

ALMA MATER STUDIORUM- UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA SPECIALISTICA IN INGEGNERIA CIVILE

Dipartimento di Ingegneria delle Strutture, dei Trasporti, delle Acque, del
Rilevamento e del Territorio - DISTART

*Tesi di laurea in
Progetti di Strutture LS*

**- THE GLASS BUILDING -
UN CASO CONCRETO DI PROJECT
MANAGEMENT IN EDILIZIA**

Tesi di laurea di:
FABIO SAPONARO

Relatore:
Chiar.mo Prof. Ing. **MARCO SAVOIA**

Correlatore:
Chiar.mo Prof. **ALESSANDRO GRANDI**

Geom. **GIUSEPPE GORETTI**

INDICE

CAPITOLO 1

PROJECT MANAGEMENT E CICLO DI VITA DEL PROGETTO

1.1 Il concetto di progetto	2
1.2 Project Management.....	6
1.2.1 Il piano di progetto	8
1.2.2 La valutazione finale del progetto	12
1.2.3 Le responsabilità del PM.....	12
1.2.4 Le competenze del PM.....	15
1.3 Ciclo di vita del progetto	17
1.3.1 Progettazione.....	19
1.3.2 Classificazione per fasi di progetto.....	20
1.4 Metodi e strumenti di Project Management	21
1.4.1 La WBS (Work Breakdown Structure) e le sue forme.....	21
1.4.2 La matrice di responsabilità.....	24
1.4.3 Sistema informativo	25
1.5 Figure della struttura organizzativa nell'azienda.....	28
1.5.1 Project Management e ingegneria integrata.....	30
1.6 Limiti del Project Management	31

CAPITOLO 2

COST ENGINEERING

2.1 Definizione	37
2.2 Preventivazione	41
2.2.1 Organizzazione del preventivo e progettazione.....	42
2.2.2 Progettazione e tempi.....	46
2.2.3 Progettazione e costi: preventivi.....	47

2.3 Analisi dei costi	49
2.3.1 Classificazione dei costi e metodi di contabilità economica.....	53
2.3.2 Punto di pareggio.....	55
2.3.3 Costi nei progetti di ingegneria e costruzioni.....	56
2.3.4 Analisi dei ricavi.....	58
2.3.5 Criterio di classificazione dei costi.....	60
2.3.6 Margine per imprevisti.....	63
2.3.7 Costi interni e costi esterni.....	64
2.4 Addebito dei costi	65
2.4.1 Sviluppo temporale dei costi.....	67
2.4.2 Cantieri.....	68
2.4.3 Calcolo del costo orario.....	71
2.5 Carichi di lavoro e avanzamenti	72
2.5.1 Calcolo dell'avanzamento.....	73
2.5.2 Carichi di lavoro.....	74
2.5.3 Curva logistica.....	75
2.6 Controllo integrato della gestione	76
2.6.1 Controllo dei ricavi.....	78
2.6.2 Controllo di gestione.....	78

CAPITOLO 3

CONTRACT MANAGEMENT

3.1 Organizzazione contrattuale nell'ingegneria civile	80
3.1.1 Committenza e finanziamento del progetto.....	83
3.1.2 Direzione dei lavori.....	86
3.1.3 Organizzazione contrattuale per l'esecuzione dell'opera.....	87
3.2 Classificazione dei contratti di ingegneria civile	90
3.2.1 Composizione di un contratto di costruzione, documenti, loro Gerarchia.....	91

3.2.2 Classificazione dei contratti secondo il grado di completamento...	92
3.2.3 Classificazione dei contratti secondo la determinazione del prezzo.	92
3.2.4 Clausole di adeguamento e di revisione prezzi.....	94
3.2.5 Pagamento.....	95
3.3 Operazioni contrattuali fondamentali.....	96

CAPITOLO 4

PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE

4.1 Regime stocastico e regime deterministico.....	100
4.2 Definizione di pianificazione e programmazione.....	101
4.3 Pianificazione.....	102
4.3.1 Definizione di strategia e tattica.....	102
4.3.2 Gli steps per la pianificazione operativa.....	104
4.3.3 Pianificazione dei tempi.....	105
4.3.3.1 I reticoli come rappresentazione delle sequenze delle attività.....	109
4.3.3.2 Diagrammi di Gantt.....	112
4.3.4 Pianificazione delle risorse.....	114
4.4 Programmazione.....	118
4.4.1 Programmazione dei Tempi e dei Costi.....	120
4.4.2 Calcolo dell'Avanzamento.....	122
4.4.3 Analisi dei Risultati.....	125
4.4.3.1 Avanzamento degli Approvvigionamenti.....	127
4.4.3.2 Avanzamento della Costruzione.....	128
4.4.3.3 Fattibilità.....	129
4.4.3.4 Curve di avanzamento per lavori di costruzione a elevato tasso di incertezza.....	130
4.4.3.5 Calcolo della Produttività.....	131
4.4.3.6 Fattore di rendimento.....	133

CAPITOLO 5
THE GLASS BUILDING

5.1 Descrizione della facciata a schegge	139
5.1.1 Pergolato	145
5.1.1.1 Trazione sui pilastrini.....	154
5.1.1.2 Verifica a compressione.....	155
5.1.1.3 Descrizione del modello Fem.....	156
5.1.1.4 Soluzioni Progettuali.....	159
5.1.2 Struttura metallica a sostegno della facciata.....	164
5.1.2.1 Calcolo strutturale.....	164
5.1.3 Tipologia di vetro.....	207
 5.2 Controllo di gestione	 208
 5.3 Considerazioni finali.....	 223
 BIBLIOGRAFIA.....	 226
 ALLEGATI: A,B,C,D,E,F,G,H,L,M,N.	

CAPITOLO I

PROJECT MANAGEMENT E CICLO DI VITA DEL PROGETTO

Il Project Management è un metodo che investe tutto il ciclo di vita del progetto, dall'ideazione alla pianificazione, dalla progettazione fino alla costruzione, il collaudo ed alle attività post-costruzione. La gestione manageriale permette di svolgere le attività del progetto in relazione ai tempi e al budget concordati, di ottimizzare le risorse disponibili, di dare risposte immediate ad eventi imprevisti.

Il carattere di unicità di ogni progetto rende necessariamente multiforme la gestione manageriale, ferma restando la validità dei principi organizzativi, degli strumenti operativi e soprattutto l'importanza di una particolare forma mentis che guida il tutto. A questo proposito per maggiore chiarezza ricordiamo che quando parliamo di carattere di unicità di un progetto non solo facciamo riferimento alle sue caratteristiche tipologico - funzionali strutturali ed architettoniche e al

contesto di inserimento, ma anche alle modalità di assegnazione in relazione al paese e alla struttura di committenza. Di volta in volta le modalità di assegnazione del progetto e le sue caratteristiche condizionano fortemente la progettazione nel suo itinere fin dalle prime fasi di impostazione e cambiano non solo le responsabilità delle figure professionali coinvolte, ma anche l'applicazione delle tecniche manageriali.

1.1. IL CONCETTO DI PROGETTO

Una definizione puntuale e universalmente riconosciuta di progetto non è facilmente individuabile nella letteratura e nella prassi. Ogni studioso e ogni azienda che utilizza i progetti li definisce in funzione del particolare contesto in cui opera enfatizzando di volta in volta alcuni aspetti peculiari piuttosto che altri.

Volendo citare le definizioni più diffuse, tratte dalla letteratura che ha fatto la storia del Project Management, si hanno le seguenti visioni del progetto¹:

- È progetto “uno sforzo complesso, di regola di durata inferiore a tre anni, comportante compiti interrelati eseguiti da varie organizzazioni, con obiettivi, schedulazioni e budget ben definiti” (Archibald, 1994). Si sottolineano qui la durata del progetto, la varietà di attori e organizzazioni interessati alla sua esecuzione e il contesto di certezza in cui si opera, indicato dal definire esattamente il risultato atteso e le modalità per raggiungerlo;
- È progetto “un insieme di sforzi coordinati nel tempo” (Kerzner, 1995). L'enfasi è posta sulla differenza tra programma e progetto: un programma è un'iniziativa a lungo termine, e di più ampio respiro, che normalmente prevede l'esecuzione di più progetti. È questa una visione derivata dall'ambiente militare, contesto in cui si sono sviluppate le principali metodologie del project management, nel quale vi è l'abitudine a

• ¹ Tratto da “Organizzare e gestire progetti. Competenze per il project management”.

intraprendere programmi i cui risultati vengono raggiunti nel tempo attraverso l'ottenimento di micro obiettivi;

- È progetto “un insieme di persone e di altre risorse temporaneamente riunite per raggiungere uno specifico obiettivo, di solito con un budget predeterminato ed entro un periodo stabilito” (Graham, 1990). L'accento è qui posto in particolare sulla temporaneità dell'utilizzo delle risorse e sulla definizione del momento in cui deve essere espresso il risultato.
- È progetto “uno sforzo temporaneo intrapreso per creare un prodotto, un servizio o un risultato unico” (Project Management Body of Knowledge). Esso è pertanto temporaneo, ha inizio e fine definiti, inoltre crea un risultato unico, che può essere un prodotto o comunque un manufatto oppure la capacità di produrre un servizio.

Alcuni tentativi di proporre una definizione univoca sono stati fatti dalle organizzazioni che hanno il compito di standardizzare modalità di lavoro comuni e di indicare linee di comportamento guida ai fini del rispetto delle norme di qualità e della certificazione.

Ad esempio, come si è visto precedentemente per il Project Management Institute statunitense che lo definisce come “uno sforzo temporaneo intrapreso per creare un prodotto o un servizio unico”.

Spesso tali tentativi sono troppo sintetici per esprimere compiutamente l'oggetto o hanno il limite di caratterizzare l'oggetto “progetto” di una natura prevalentemente tecnicistica, utile per i progetti fisici, il cui risultato è ben visibile, tangibile. Molti dei progetti fatti in azienda hanno invece una natura più organizzativa, danno risultati non sempre fisici: ne sono un esempio gli studi di fattibilità o la progettazione di un nuovo sistema di controllo di gestione.

Mutuando gli aspetti più rilevanti delle visioni suddette possiamo così definire il progetto: “un'attività non ripetitiva, finalizzata al raggiungimento di un

obiettivo in un certo periodo di tempo, svolta utilizzando uno sforzo congiunto di un pool di risorse”.

Questa definizione permette di estendere il concetto di progetto a qualunque attività umana che abbia tali caratteristiche: un programma, ad esempio, le contempla tutte, su dimensioni differenti, e in tal senso può essere considerato un macroprogetto. Se un'attività svolta nell'ambito di un processo di routine possiede queste caratteristiche, ne determinano la ricerca di innovazione, può essere fatta rientrare nella tipologia di progetto. La definizione pone l'accento sugli aspetti fondamentali del lavoro per progetti.

Anzitutto si tratta di un lavoro non ripetitivo: ogni progetto è unico. Questo aspetto evidenzia l'importanza di affrontare ogni singolo progetto come sfida unica, da impostare studiandone attentamente le caratteristiche per individuare le proprie peculiarità operative.

Analizzando la definizione data precedentemente si nota come l'obiettivo del progetto non è sempre esplicito, certo e condiviso: quanto più si ha la certezza e condivisione sull'obiettivo tanto più si ha la probabilità di raggiungerlo. Di fronte ad obiettivi precisi e condivisi le persone, cardine del lavoro di progetto, si sentono confidenti, ben predisposte, motivate e operano con attenzione affinché l'attività quotidiana di progetto conduca verso il risultato atteso.

Ogni progetto ha di norma un obiettivo primario e più obiettivi secondari: ciascun obiettivo secondario rappresenta un filone di lavoro che deve essere attentamente pianificato e controllato. Gli obiettivi vengono raggiunti in un tempo predeterminato.

Ogni progetto ha un momento di inizio e deve avere un termine temporale. Può non essere interessante e forse neanche utile sapere se il progetto ha avuto inizio nel momento in cui si è rilevato un problema, si è presa la decisione di intervenire o si è avuta una brillante idea per un nuovo prodotto; è invece fondamentale conoscere quando il progetto deve consegnare ed esprimere il suo

risultato. L'essenza dell'organizzazione per progetti è, infatti, tutta qui: darsi un obiettivo, stabilire quando è plausibile che venga raggiunto, pianificare le modalità di ottenimento del risultato e controllare, man mano che si procede con il lavoro, che questo termine venga rispettato. Ciò non significa assoluta rigidità, ma attraverso l'attività di controllo, capacità di predeterminare eventuali ritardi da contrattare con i membri del team di progetto o con i referenti esterni e, se del caso, da comunicare.

Il tempo è comunque da considerarsi parte del pool di risorse con le quali si svolge il progetto. Rientrano nel pool:

- Le persone, il team di progetto e tutti coloro che per una ragione qualsiasi hanno a che fare con il progetto stesso;
- Le risorse fisico-tecniche, gli strumenti e i mezzi a disposizione;
- Le risorse economiche, siano esse poste come vincolo e quindi predefinite o siano esse contrattate a seguito di una definizione del fabbisogno;
- Il tempo, infatti, un'attenta previsione nell'uso del tempo consente di ottenere il massimo risultato possibile con la risorsa disponibile.

Le risorse, in particolare le persone, operano congiuntamente. Il significato del concetto di sforzo congiunto è così definibile: le risorse operano all'unisono per ottenere il medesimo risultato: nessuna può operare separatamente, se non in alcuni casi in cui vengono svolte più attività in parallelo tra loro, in quanto parte di un sistema che attraverso processi di sequenzialità nel lavoro è teso a raggiungere un obiettivo unico; lo spirito con cui le persone operano congiuntamente è quello della collaborazione.

Collaborare significa prendere parte a un'impresa, dare un aiuto, ottenere insieme e con pari dignità un risultato. Il concetto rende immediata la percezione dell'importanza della condivisione degli obiettivi, condivisione che si può

ottenere attraverso la collaborazione alla loro definizione. Nei progetti solitamente esiste un nucleo di persone che hanno le maggiori responsabilità nel raggiungimento dell'obiettivo: tre, cinque, dieci persone a seconda delle dimensioni del progetto. Da queste persone dipendono, di norma gerarchicamente, molte altre persone: nelle grandi opere di ingegneria si possono raggiungere centinaia di persone coinvolte. Per team di progetto, quindi, si intende il nucleo principale: è in esso a operare lo spirito di collaborazione. Ciascun membro può a sua volta diffondere tale spirito, caratterizzato da compartecipazione e comunicazione, alle unità operative che da lui dipendono. È questo meccanismo di collaborazione a cascata che prevede la compartecipazione nelle scelte di livello e di importanza decrescente a partire dal team di progetto.

1.2 PROJECT MANAGEMENT

Il Project Manager è la complessa figura proposta a gestire il ciclo della realizzazione del progetto, dall'ideazione alla fine della sua implementazione, in modo corretto, applicando metodologie organizzative e gestionali finalizzate ad ottimizzare gli aspetti tecnici, qualitativi, economici e temporali con un'efficace utilizzazione delle risorse assegnate.

Il Project Management è da considerarsi una vera e propria filosofia manageriale. gli aspetti che caratterizzano tale pensiero risultano essere:

- Definire un obiettivo da raggiungere;
 - Definire le risorse necessarie e/o disponibili per raggiungere il risultato;
 - Pianificare il modo con cui ottenere il risultato;
 - Predefinire i criteri di valutazione del risultato;
 - Controllare periodicamente il lavoro correggendo eventuali gap rispetto a quanto pianificato;
 - Valutare il risultato raggiunto.
-

La valutazione del risultato deve considerare i quattro fattori che determinano la riuscita del progetto:

- Qualità intrinseca dell'obiettivo raggiunto;
- Il rispetto dei tempi previsti;
- L'adeguato utilizzo delle risorse economiche e finanziarie disponibili;
- Un elevato grado di soddisfazione da parte delle persone che hanno partecipato all'impresa.

In senso tecnico quindi la gestione dei progetti è una metodologia che permette l'applicazione di conoscenze, competenze, strumenti e tecniche alle attività di progetto.

Il Project Manager richiede un'attenta pianificazione. Tale pianificazione non ha come fine la pura esecuzione di quanto prestabilito, ma tende ad anticipare per quanto possibile gli eventi del progetto. Ogni progetto tende a introdurre novità in sé: il processo di pianificazione non può garantire completa certezza che il progetto andrà come previsto in tutti i suoi aspetti. Pertanto l'idea di fondo è quella di affrontare il progetto curandone i particolari fin dall'inizio: nella fase di gestione del progetto non deve invece esistere pedanteria nel volere rispettare a tutti i costi il piano, di fronte a eventi imprevisti, errori commessi, turbolenze di vario genere ma rigidità nel pretendere la coerenza del lavoro con i dettami del piano o fintanto che si procede senza problemi ed elasticità al cambiamento nei momenti in cui il piano deve essere modificato. È questo un evento che accade molto spesso: la flessibilità del capo progetto e della squadra, in questi casi, determina il raggiungimento dell'obiettivo.

Di fronte alle tecniche di Project Management troppe persone si spaventano del tempo necessario per utilizzarle: anzitutto in fase di impostazione del progetto, poi in fase di controllo. In effetti, molte di queste sono tecniche che richiedono precisione, conoscenza degli algoritmi di calcolo, in alcuni casi specializzazione spinta nella conoscenza dello strumento. Tuttavia non tutte le tecniche che

vedremo sono da usarsi in ogni progetto e molte possono essere utilizzate e vissute serenamente se impostate correttamente e senza stressarne troppo di tecnicismo. In ogni caso, sia che si usino direttamente, sia che ci si faccia dallo specialista è opportuno:

- Conoscere tali tecniche e saperne leggere le forme di rappresentazione e la reportistica che producono;
- Essere convinti che con il loro uso si migliora l'organizzazione e la gestione dei progetti.

1.2.1. Il piano di progetto

Il piano di progetto è il principale strumento di organizzazione e gestione del ciclo di vita di progetto.

Di seguito verranno analizzati gli elementi che caratterizzano il progetto²:

- Occorre stabilire gli *Obiettivi*. Essi, da definire esplicitamente, costituiscono il risultato finale che il progetto deve conseguire; le mete sono fasi sequenziali, che devono essere conseguite per giungere al risultato finale.
- Occorre stabilire i *Programmi*. Essi sono necessari per stabilire le fasi temporali in cui si dovranno realizzare i sub-obiettivi e i compiti prescelti e individuare le interrelazioni: come minimo è presente un programma principale e dovranno essere creati dei subprogrammi per definire i limiti del progetto e delle fasi intermedie.
- Anche se le stime iniziali per la pianificazione sono solo di massima, è importante definire la *rilevanza economica* del progetto, utile per valutare il progetto rispetto ad altre alternative. Si dovranno elaborare budget che

² Tratto da "Organizzare e gestire progetti. Competenze per il project management".

consentano di tradurre questa stima in una precisa quantificazione delle risorse necessarie al raggiungimento degli obiettivi.

- La scelta delle unità organizzative, cioè di *Responsabili*, che dovranno fornire supporto al Project Manager può risultare una decisione prettamente politica e rappresentare al tempo stesso un fattore esternamente importante per il successo o l'insuccesso del progetto; spesso sono pochi i progetti che possono considerarsi opera di una sola persona, per cui si dovrà considerare attentamente la disponibilità di personale competente.
- Per il raggiungimento di ciascun obiettivo debbono essere svolte una o più attività, ciascuna delle quali può a sua volta essere descritta da uno o più compiti elementari. Si tratta, quindi, di pervenire a una visione unitaria adottando probabilmente una serie di compromessi.
- L'esecuzione delle attività di progetto richiede alle persone le necessarie competenze e capacità tecniche- organizzative- relazionali.
- Definite le attività, ragionando in base alle competenze richieste è possibile individuare le persone e le altre risorse necessarie e se, disponibili, assegnare loro i rispettivi compiti e responsabilità. È in questa sede che la definizione dei ruoli e l'assegnazione delle risorse aiuta a gestire aspetti talvolta delicati di relazione e di potere che sempre esistono.
- Solo a questo punto si hanno le informazioni necessarie per determinare esattamente i tempi di progetto: obiettivi, attività e disponibilità temporale delle risorse ma anche delle persone.
- Tra i contenuti del piano di progetto debbono esser esplicitati criteri e modalità con cui si intende controllare l'effettivo andamento del progetto.
- Non è tutto prevedibile nel piano di progetto. Il Project Manager con una certa esperienza sa che il suo compito principale è proprio quello di

risolvere e smussare gli incidenti di percorso che sempre colpiscono tutti i progetti.

Le attività per una corretta gestione del progetto sono:

- La Pianificazione e la Programmazione;
- L'organizzazione e l'identificazione delle risorse necessarie.

Queste attività gestionali sono finalizzate all'analisi del progetto e riguardano generalmente la sua corretta impostazione sin dalla fase precontrattuale, anche allo scopo di prevenire problemi che possano sorgere durante le successive fasi dello sviluppo progettuale. Si stabilisce cosa debba essere fatto, chi lo debba fare, i modi e i tempi entro i quali debba essere fatto e si verifica la disponibilità delle risorse umane e materiali necessarie all'implementazione del progetto; si esaminano gli aspetti principali della struttura organizzativa del Committente per chiarire i suoi obiettivi, le necessità, la capacità finanziaria, la capacità ad adempiere ai propri compiti di committenza e di cooperazione nel progetto.

- Si prepara il piano di lavoro per individuare tutte le attività progettuali e le prestazioni professionali richieste, per assegnare compiti e ripartire responsabilità e per stabilire i tempi e preventivare i costi; in seguito, con preciso riferimento ai contenuti del piano di lavoro, si preparano gli organigrammi del gruppo progettuale.
 - Si definiscono e si finalizzano tutti gli accordi contrattuali dello studio progettuale con la committenza, con i consulenti esterni e con i componenti interni al gruppo progettuale.
 - Si individuano e si descrivono le attività di progetto per raggiungere gli obiettivi precedentemente definiti e le interconnessioni fra di esse e si assegnano le responsabilità alle persone. Si calcolano i tempi per lo sviluppo delle attività e i relativi costi.
-

- Si verifica la consistenza qualitativa e la disponibilità di tempo delle risorse umane a disposizione o da reperire e si effettuano le eventuali azioni correttive per la fattibilità del piano di lavoro.

Il piano di lavoro, una volta redatto ed approvato dal Committente, va opportunamente ed adeguatamente fatto conoscere, per la parte che spetta, a tutte le persone addette ai lavori in modo che possano essere pienamente coinvolte. Questo aspetto viene sempre più considerato fondamentale. Le nuove posizioni sul fattore management promuovono sia l'aspetto flessibilità gestionale che quello sulla cooperatività interattiva fra il Project Manager e gruppo di lavoro.

Il Project Manager deve assicurarsi che tutte le decisioni necessarie siano prese dalle persone giuste al momento opportuno e che le direttive vengano impartite attraverso procedure predisposte per poter essere correttamente comprese e prontamente e precisamente eseguite da chi di dovere.

Il coordinamento infra-interdisciplinare deve garantire lo sviluppo omogeneo delle attività progettuali secondo il piano di lavoro. Il coordinamento va effettuato su base giornaliera durante tutta la realizzazione del progetto e coinvolge l'utilizzazione di tutte le risorse per tutte le discipline.

È molto importante stabilire un efficace sistema procedurale di comunicazioni per lo scambio delle informazioni, che permetta a tutte le parti coinvolte nell'elaborazione del progetto di essere propriamente e tempestivamente informate in modo da svolgere correttamente il proprio lavoro.

Attraverso l'attività di controllo si esercita il confronto periodico fra l'effettivo sviluppo del progetto e i presupposti tecnici, qualitativi e temporali stabiliti nel piano di lavoro e specificati contrattualmente. L'attività di controllo deve essere programmata e periodicamente effettuata secondo procedure predisposte per permettere l'identificazione delle eventuali non conformità e l'adozione di misure correttive e di azioni preventive.

1.2.2. La Valutazione Finale del Progetto

Riguarda il riesame di tutto lo svolgimento del progetto, valutando le attività gestionali, le attività progettuali e il prodotto finale rispetto ai requisiti contrattuali e al livello di qualità prestabilito. Andrebbero sempre valutati i punti positivi e quelli negativi dell'utilizzazione e dell'efficacia delle persone e della scelta e dell'utilizzo delle risorse materiali. La valutazione finale è fondamentale per migliorare la gestione dei progetti futuri, evitare il ripetersi degli errori e fare tesoro delle esperienze positive del passato.

Il Project Management deve essere considerato come un aspetto tecnico da applicare ad ogni costo negli stessi modi, come uno strumento vettoriale metodologico a disposizione del progettista per trasformare gli utenti progettuali in un'opera costruita.

La collocazione del Project Manager può, in riferimento alla struttura dello studio professionale ed alla complessità del progetto, essere diversa. In studi di dimensioni ridotte e per progetti di piccole entità la stessa persona nelle vesti Project Manager può gestire le attività manageriali e progettuali. Per progetti più complessi e in studi di dimensioni medie e grandi i compiti di queste persone sono nettamente distinti

1.2.3. Le responsabilità del PM

La figura del Project Manager risulta essere effettivamente il responsabile formale del progetto nel suo complesso e deve garantire che il risultato finale sia realizzato in coerenza con i costi, i tempi e le caratteristiche tecniche definite inizialmente. Per fare ciò si avvale delle risorse organizzative disponibili.

Questa responsabilità si declina attraverso un'opera di integrazione e di coordinamento degli sforzi di tutti coloro che partecipano al progetto e in particolare attraverso la gestione delle interfacce, cioè di tutti quei punti di interazione tra attori e tra fattori significativi per lo svolgimento del progetto.

Per la natura della responsabilità che gli è stata affidata, il Project Manager diventa il perno di una serie di relazioni. Esse assumono un diverso grado di importanza in funzione della complessità del progetto e dell'ambiente organizzativo all'interno del quale esso si svolge e, di conseguenza, definiscono le specialità del ruolo del Project Manager. Tuttavia, è possibile generalizzare e individuare alcune caratteristiche di questo ruolo riscontrabili in tutte le situazioni operative.

All'interno di uno scenario e di obiettivi definiti da altri, il Project Manager deve perseguire risultati non completamente stabiliti a priori, operare in ambienti caratterizzati dall'incertezza e integrare attori e fattori diversi attraverso attività di pianificazione, organizzazione, individuazione di competenze, di valutazione, di direzione, di controllo, di impulso e di sostegno alle relazioni necessarie alla riuscita del progetto.

Il Project Manager non ha autorità formale, non può far valere dipendenze gerarchiche rispetto a nessun partecipante al progetto. Il suo ruolo è legittimato solo dalla responsabilità che gli è stata assegnata e si qualifica come ruolo di influenza senza autorità, un ruolo, quindi che si fonda sull'autorevolezza derivante dalle sue competenze e che richiede uno stile di direzione orientato alle relazioni sociali, cioè alla costruzione e al mantenimento di buone relazioni interpersonali sia nei confronti del team di progetto che degli attori organizzativi.

In relazione a progetti diversi e a differenti contesti organizzativi il ruolo del Project Manager assume poi caratteri specifici, o particolari dimensioni di ruolo che è possibile individuare confrontandole con il ventaglio dei ruoli manageriali. I ruoli risultano essere i seguenti³:

- Ruoli interpersonali, in particolare per la gestione di processi di influenza senza autorità e si dividono in:

³ Tratto da "Organizzare e gestire progetti. Competenze per il project management".

-
-
1. ruolo di *liason*, cioè di collegamento con attori interni ed esterni al fine di ottenere informazioni e benevolenza; questo ruolo si esplica attraverso la gestione efficace di una rete di relazioni atte a sostenere e proteggere lo svolgimento del progetto;
 2. ruolo di *leader*, che è ovviamente un ruolo centrale per la gestione dei conflitti e per la creazione di climi di fiducia e di motivazione all'interno del gruppo;
 3. ruolo di *figurehead*, rappresentante dell'organizzazione in tutte le questioni formali; tale ruolo è significativo solo in alcuni momenti di relazione con il cliente esterno.
- Ruoli informativi, in quanto la posizione del Project Manager è centrale rispetto alla circolazione delle informazioni connesse con la vita del progetto, in quanto egli è in grado di collegare i flussi informativi provenienti dalle risorse interne con quelle derivanti da altri attori e garantire complessivamente una comunicazione efficace. Tutte le dimensioni di ruolo di questo tipo sono strategiche per la capacità di influenza del Project Manager:
 1. ruolo di *monitor* connesso alla raccolta di segnali sia sugli aspetti razionali che relazionali della gestione del progetto;
 2. ruolo di *disseminator* che comporta notevoli responsabilità in rapporto all'efficacia della comunicazione relativa al progetto;
 3. ruolo di *spokesman* connesso alla verifica della rispondenza tra l'evoluzione del progetto e le richieste del cliente.
 - Ruolo decisionale che consente di agire in aree per la gestione dei progetti:
 1. ruolo di *entrepreneur* (agente del cambiamento), in quanto non decide la direzione da prendere ma può essere agente del cambiamento rispetto alle modalità di azione;
-
-

2. ruolo di *disturbance handler* (gestore delle difficoltà che possono minacciare il progetto). La grande incertezza che caratterizza gli ambienti dove si svolge il lavoro per progetti vede come cruciale il ruolo di chi deve valutare possibili scostamenti rispetto ai piani, individuare e intraprendere azioni correttive, compensare variazioni di risorse, etc.
3. ruolo di *resource allocator* connesso alle azioni di pianificazione e di approvvigionamento di risorse;
4. ruolo di *negotiator*, presumibilmente una delle dimensioni centrali; affronta la necessità di garantire risultati in coerenza con la definizione iniziale delle caratteristiche del progetto e di gestire risorse che non si controllano completamente. Richiede l'assunzione di un ruolo negoziale verso tutti gli interlocutori sia esterni che interni al progetto.

1.2.4. Le competenze del PM

L'individuazione delle possibili dimensioni di ruolo del Project Manager consente di identificare le competenze richieste per assumerlo efficacemente:

- Competenze Tecniche: estrazione scolastica di tipo tecnico-economica, comprovata esperienza in alcune aree specialistiche, conoscenza di alcune discipline di base per trattare adeguatamente con gli specialisti;
 - Competenze gestionali: amministratore di contratti con orientamento al profitto, buona conoscenza degli strumenti di programmazione e controllo, buona confidenza con i sistemi informatici.
 - Competenze relazionali: capacità di ascoltare dei segnali che consentono di individuare tempestivamente e comprendere la natura delle dinamiche interne al team e delle dinamiche organizzative che influenzano lo svolgimento del progetto, capacità di esercitare leadership sul gruppo di
-

progetto, capacità di motivazione e di gestione dei conflitti e capacità di negoziare, in presenza di turbolenze organizzative soluzioni che salvaguardano gli obiettivi del progetto, capacità di impostare e gestire in modo efficace attività di riunione coinvolgendo gli attori organizzativi che, di volta in volta, possono influenzare positivamente le attività di progetto, capacità di utilizzare in modo efficace tutti i canali e gli strumenti di comunicazione disponibili all'interno dell'organizzazione.

Queste aree di competenze possono servire come riferimento generale, ma sono da contestualizzare adeguatamente in funzione delle caratteristiche dei progetti e dell'ambiente organizzativo. In situazioni di costante cambiamento organizzativo si impone un'attenzione continua alla ridefinizione e all'aggiornamento degli strumenti atti a ricercare e sviluppare competenze eccellenti.

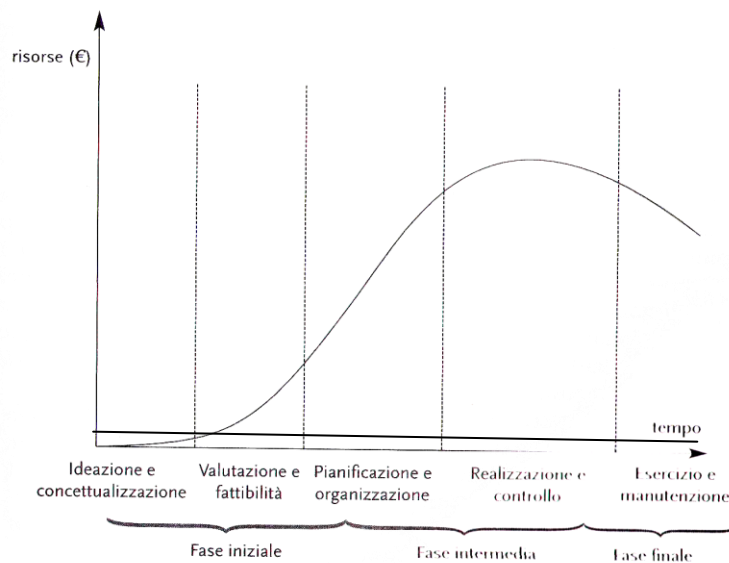
Il presidio efficace delle competenze dei Project Manager incontra sempre particolari difficoltà in rapporto alle capacità relazionali, che sono, di norma poco scolarizzate e risentono delle attitudini individuali; esse si ritrovano quindi in misura molto differenziata in individui diversi e la loro mancanza non è compensabile in tempi brevi tramite normali azioni di rinforzo. La difficoltà che si incontra nello sviluppare queste competenze in età adulta suggerisce una valutazione di alcuni tratti di personalità nel momento della scelta delle persone che devono ricoprire il ruolo di project manager in progetti particolarmente delicati.

In generale, le competenze adeguate ai ruoli di influenza senza autorità, dovrebbero essere associate a una buona dose di equilibrio nelle relazioni con gli altri, al fine di consentire a chi ricopre questi ruoli di sentirsi un attore significativo e influente per il raggiungimento dei risultati, ma anche di essere in grado di riconoscere e valorizzare i ruoli ricoperti dalle persone che collaborano al progetto evitando esagerate fantasie leaderistiche.

1.3. CICLO DI VITA DEL PROGETTO

Si è visto che un progetto è un'attività temporanea, ha un inizio e una fine: nel periodo di tempo che intercorre tra inizio e fine vengono svolte le diverse attività che concorrono a ottenere il risultato. Inizialmente il progetto deve essere impostato: pochi attori lo pensano e ne determinano le caratteristiche, la nascita e la forma, per poi guidarlo, attraverso le varie attività alla sua conclusione. Assimilando un progetto a un organismo vivente è possibile sostenere che ogni progetto ha un proprio ciclo di vita e descrivere tale ciclo. Il ciclo è composto da una sequenza di fasi, ciascuna a sua volta composta da una o più attività. Genericamente le fasi del ciclo di vita di un progetto possono essere distinte in tre macrofasi: fase iniziale, fase intermedia, fase finale. Come queste fasi si dettagliano al loro interno dipende dalla tipologia dei progetti e da come ogni singola azienda si organizza per svolgerli.

Associata alle fasi del ciclo di vita del progetto si ritrova spesso l'indicazione della percentuale di completamento del progetto e dell'assorbimento delle risorse, di solito espresso in costi, necessarie per svolgerlo: ciò viene rappresentato con una curva che mostra in proposito l'andamento normale di un progetto.



Tale figura⁴ rappresenta l'indicazione di quello che potrebbe essere considerato un ciclo di vita sufficientemente generalizzabile per ogni tipologia di progetto.

È però bene precisare che il ciclo di vita esposto riguarda i progetti che hanno inizio con l'idea di risolvere un problema o di creare qualche cosa di nuovo e che terminano dandone il risultato definitivo. Si tratta quindi di progetti completi, ossia di cicli di ideazione- progettazione- realizzazione- consegna.

Spesso i progetti iniziano avendo come dato di input delle specifiche predeterminate: un progetto puramente realizzativo ha di norma come input uno studio che propone già come deve essere svolto e consegna un output: quanto più è complessa, tanto più deve essere vista come un progetto in sé e gestita come tale.

Questa considerazione è fondamentale alla luce di quanto si dirà in merito alla costruzione del piano di progetto: infatti, il piano operativo di progetto può riguardare l'intero ciclo di vita del progetto o descriverne una o più fasi.

Vi è inoltre la tendenza a considerare progetto un'attività che dà come risultato un oggetto fisico sottovalutando la complessità gestionale, tipica di progetti, che esprimono molte attività considerate preliminari al progetto.

Ogni progetto ha in realtà un doppio ciclo di vita:

- Un aspetto tecnico, il più conosciuto e seguito nella prassi delle aziende;
- Un aspetto organizzativo e manageriale.

⁴ Tratto da "Organizzare e gestire progetti. Competenze per il project management".

1.3.1. Progettazione

Identificando con il termine Progettazione la fase del progetto che comprende tutto quanto intercorre fra l'ideazione e la produzione di elaborati definitivi, si può affermare che essa è un procedimento che procede per fasi successive, fino a giungere quel grado di definizione che ne permette la costruzione.

Da un punto di vista concettuale, il processo di progettazione si articola in due atti fondamentali, fra loro distinti ma connessi in un processo iterativo:

1. ideazione o concezione del progetto, operazione di sintesi che concilia le conoscenze con la fantasia ed è mirata a valutare tutti gli aspetti in gioco configurando soluzioni e operando scelte;
2. sviluppo, sequenza di operazioni di verifica a tavolino dell'idea, condotta in base a modelli teorici e a prescrizioni normative.

La fase di ideazione corrisponde alla fase strategica nel ciclo di vita del progetto: si tratta di un ambiente prevalentemente stocastico ed è ancora possibile decidere di cambiare radicalmente il progetto, o di realizzare un progetto totalmente diverso; la fase di sviluppo corrisponde alla fase operativa, in ambiente prevalentemente deterministico, quando il progetto è già stato deciso e si tratta di realizzarlo. Per motivi pratici, il grado di affinamento della progettazione può essere definito in un numero qualsivoglia di livelli, che hanno una sola funzione di misura del livello della progettazione, spesso con valenza legale o contrattuale.

In questo contesto possono essere inquadrati i tre livelli di affinamento della progettazione previsti dall'attuale legislazione sulle opere pubbliche; altre norme o altri standard prevedono un numero, spesso più elevato, di livelli di affinamento.

1.3.2. Classificazione per fasi di Progetto

In ogni progetto sono presenti diverse fasi, fra loro legate da un legame logico di consequenzialità e risultano essere:

Fase strategica:

- ideazione del progetto
- studi di fattibilità tecnica, economica e finanziaria.
- Progettazione concettuale, architettonica e di processo
- Pianificazione

Fase operativa:

1. Realizzazione del progetto:
 - Autorizzazione, procedure
 - Progettazione di base e di dettaglio
 - Approvvigionamenti, logistica
 - Costruzione
 - Prove e collaudi
2. Esercizio del progetto
3. Produzione
4. Manutenzione.

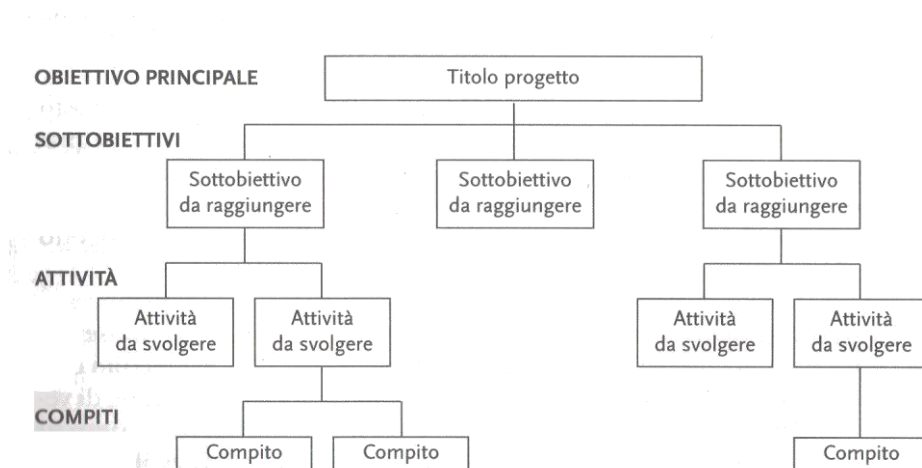
1.4. METODI E STRUMENTI DI PROJECT MANAGEMENT

1.4.1. La WBS (Work Breakdown Structure) e le sue forme

La WBS (Work Breakdown Structure) è una forma di scomposizione strutturata del progetto utile nella fase di definizione degli obiettivi e delle attività. Può assumere forme e avere contenuti diversi e disparati.

Nella sua formalizzazione di base viene costruita cominciando a rispondere a una domanda tanto semplice e quanto essenziale: cosa dobbiamo fare concretamente?

Di fronte ai propri obiettivi il team li esplora, ne definisce i contorni e individua i sottobiettivi che ciascuno di essi eventualmente possiede. Tali sottobiettivi sono raggiunti espletando determinate attività che a loro volta sono costituite da uno o più compiti elementari. Man mano che procede l'esplorazione del team si rappresenta la gerarchia di obiettivo, sottobiettivo, attività, compiti in una struttura ad albero rovesciato, molto simile a un organigramma aziendale, che rappresenta la struttura scomposta del lavoro del progetto.



Ciascun ramo dell'albero⁵ rappresenta un gruppo omogeneo di attività, raccolte attorno ad un medesimo sottobiettivo: leggendo dall'alto verso il basso la WBS si hanno le informazioni di maggiore dettaglio del lavoro da compiere.

La struttura WBS può essere molto analitica e quindi rappresentare con estremo dettaglio il lavoro di progetto: ciò comporta un elevato numero di livelli di rappresentazione nella struttura.

Fino a che punto è bene spingersi nel dettagliare fin dall'inizio la WBS?

Alcune logiche guidano la scelta:

- Quanto più un progetto presenta elementi di certezza, ossia è chiaro e conoscibile nei suoi aspetti, tanto più può essere utile dettagliare minuziosamente: il dettaglio consente, infatti, di determinare i comportamenti su come trattare la singola attività e ciò normalmente significa standardizzata e ottenerne elevati livelli di efficienza in sede esecutiva;
- Tanto più le attività sono guidate da caratteristiche fisico-tecniche di natura ingegneristica, tanto più è oggettivo il modo con cui deve essere raggiunto un obiettivo: esistono spesso porzioni di WBS preconfezionate agganciabili a parti di WBS che invece debbono essere create di volta in volta;
- Quanto spazio di responsabilità e delega si vuole lasciare a coloro che dovranno eseguire attività e compiti? Tanto più si è analitici nel descrivere la WBS tanto più si guida e si impone il comportamento nell'azione operativa.

Queste logiche tra loro possono essere conflittuali: la ricerca dell'efficienza suggerirebbe un estremo dettaglio, mentre motivazione e senso di responsabilità

⁵ Tratto da "Organizzare e gestire progetti. Competenze per il project management".

delle persone richiederebbero un livello meno approfondito. Nella WBS si mettono le informazioni essenziali, fermandosi a un certo livello, lasciando a chi dovrà eseguire il lavoro la responsabilità della scelta delle modalità operative più opportune nei livelli sottostanti: ad esempio, è responsabilità del capo progetto gestire e controllare i primi tre livelli del lavoro mentre i Project Team Leader hanno la responsabilità dei livelli sottostanti in un'apposita WBS riferita alla porzione di lavoro sotto la loro responsabilità.

Anche in questo caso si tratta di fare un'opera di mediazione e compromesso conformemente a quanto è più opportuno per il progetto.

Se ad ogni casella della WBS si associa il nominativo della persona o dell'unità organizzativa preposta a garantire l'esecuzione di quella attività, si descrive la versione OBS (Organizational Breakdown Structure) della scomposizione strutturata del progetto. Tale nominativo esprime il coordinatore dell'attività, colui che si preoccupa che venga eseguita, non necessariamente che la esegue personalmente: da lui può dipendere la squadra che opera nell'attività.

Possono poi essere aggiunte informazioni sulla durata necessaria a eseguire la singola attività e il singolo compito come pure il costo a esso associabile. È importante sottolineare che nell'assegnare tempi e costi si parte dal livello più basso della WBS e che i valori dei livelli superiori sono la somma dei rispettivi valori del livello sottostante.

Il valore di tempo e costo risultante al primo livello:

- Per il tempo, il numero di giorni-uomo dell'intero progetto. È un dato a questo stadio poco significativo in quanto non ancora sufficiente a identificare esattamente di quante persone si ha bisogno. Le giornate-uomo esprimono l'ammontare di lavoro di una sola risorsa dedicata totalmente al progetto.

- Per il costo, il dato è più rappresentativo in quanto determina il costo effettivo, o molto vicino, del progetto. Infatti gran parte delle voci di costo dipendono in genere dall'utilizzo delle persone, variabile nel tempo: le giornate-uomo esprimono il costo-persone che verrà sostenuto nel progetto. A tale costo è sufficiente aggiungere costi fissi e costi non direttamente imputabili alle singole attività e ai compiti per avere già a questo stadio del piano un primo termine di paragone con l'eventuale vincolo di costo e di spesa posto al progetto.

Una volta completata, la WBS diventa la base per impostare gli altri capitoli del piano: offre, infatti, informazioni sulle attività, stime di tempo e di lavoro, stime di costo e una prima indicazione sul coinvolgimento delle persone.

1.4.2. La matrice di responsabilità

Per definire l'allocazione delle persone assegnando loro responsabilità e compiti è opportuno utilizzare la matrice di responsabilità, che associa appunto le cose da fare a chi le deve eseguire.

La scelta di assegnare persone e responsabilità sulle attività deve, come si è visto, essere compiuta sulla base delle effettive competenze, conoscenze e capacità. Se nella matrice si raggruppano persone e risorse omogenee dal punto di vista dell'azienda o della funzione di appartenenza, o secondo il criterio interno o esterno dal team di progetto, si definiscono i confini relazionali del progetto, ossia i punti in cui è più delicato l'aspetto di relazione tra parti che concorrono alla riuscita del progetto. Sono i punti su cui riflettere per scegliere chi e con quali modalità deve coordinare gli attori che si incontrano: non sempre, infatti, è il solo capo progetto a gestire tali confini.

La matrice di responsabilità indica:

- Alle persone su cosa saranno attivate nel progetto e con quale responsabilità;
- Ai responsabili del coordinamento delle attività come comportarsi nel gestire relazioni e responsabilità delle altre persone coinvolte nella loro attività.

La matrice di responsabilità costituisce un elemento forte di motivazione per le persone. Essa segnala, infatti, il grado di partecipazione e di importanza di una risorsa nel progetto: le modalità con cui viene definita e i ruoli assegnati alle persone attraverso questa rientrano fra i fattori motivanti indicati come requisiti per la riuscita del progetto.

1.4.3. Sistema informativo

Il punto di interesse di un sistema informativo di progetto è la creazione di una base di dati e di un sistema di procedure condivisi fra tutte le parti operanti o comunque interessate al progetto, ognuna con prerogative di accesso e autorizzazioni di operatività specifiche, ma comunque basate sugli stessi dati. Casi particolari del sistema saranno la programmazione e il controllo di progetto (tecnico, economico e finanziario).

Si tratta dunque di definire le informazioni che possono essere divulgati e accessibili ai più, di definire un presidio gestionale che tenga conto dell'organizzazione del lavoro (procedure, organigrammi, diagrammi di flusso, indirizzi, etc.), della struttura contrattuale, della qualità e della comunicazione efficace.

Un altro aspetto da approfondire sono le strutture e i servizi che si dividono in:

- *Ideazione*: progetto architettonico con disegni schizzi e studio di fattibilità; descrizione dello schema sistemico utilizzato per il progetto e delle relative aggregazioni gerarchiche con accesso diretto dallo schema stesso;
- *Progettazione*: disegni; specifiche (collegate a ogni oggetto della progettazione o componente del progetto); norme; computo metrico; piano operativo (budget); ingegneria del cantiere (comprende i disegni di cantiere, cioè quelli equiparabili ai disegni di officina, ma non quelli relativi alla struttura del cantiere).
- *Logistica*: richieste (elenco degli articoli con rispettive quantità allegando le specifiche e aggregandole per categorie merceologiche); materiali e forniture di progetto; controllo dei costi; acquisti cioè l'emissione degli ordini; sollecitazione e controllo; trasporti; cantiere (progetto del cantiere, dei magazzini, aree di stoccaggio, aree ausiliarie, officine, attrezzature di lavoro, campo alloggi).
- *Costruzione*: base di dati componenti che è estratta dal computo metrico; centri di gestione (per ognuno di essi sono definite le componenti e i programmi di costruzione e da questa sezione si dovrà accedere, tramite mappatura dei centri di gestione alle basi di dati e ai programmi di costruzione relativi al centro di gestione stesso; programma di costruzione (sarà utilizzato per la gestione dei tempi e per la gestione delle risorse. Per ogni centro di gestione e per ogni classe o sottoclasse di lavoro saranno calcolati un carico di lavoro standard (standard man-hours) e un carico di lavoro stimato (estimated man-hours) e tale carico di lavoro sarà distribuito settimanalmente o mensilmente per tutta la durata relativa alla corrispondente attività; si procederà poi con cadenza settimanale e mensile a confrontare i carichi di lavoro programmati con i carichi di lavoro corrispondenti ai lavori eseguiti (efficacia), nonché a confrontare i carichi di lavoro corrispondenti ai lavori eseguiti con le ore effettivamente

impiegate (efficienza)); avanzamento (dovranno essere riportati gli avanzamenti delle singole fasi di lavoro e i relativi carichi di lavoro conservandone memoria); gestione delle risorse (base di dati da definire per il progetto); aggregazioni (per ogni tipo e livello di aggregazione e per ogni centro di gestione dovranno essere immediatamente estraibili tutte le informazioni relative alla costruzione stessa). Per ognuna delle dimensioni è possibile effettuare l'estrazione di tutti i dati disponibili e la relativa elaborazione (diagrammi di Gantt, curve di avanzamento, istogrammi di impiego delle risorse, tabelle di avanzamento dei costi, ecc); informazioni (base di dati delle informazioni con attributi che ne permettano la stratificazione gerarchica e l'aggregazione); manodopera (la base di dati registrerà le ore delle singole squadre di lavoro e le relative attività o classi di lavoro); fattibilità (gestione e controllo dei costi di progetto. Questa sezione comprenderà tutti i sistemi necessari per il controllo di gestione, pertanto i dati relativi al budget e alla programmazione iniziale e progressivi aggiornamenti, i costi reali, le bolle di consegna o gli stati di avanzamento dei lavori. La sezione provvederà a elaborare tutti i dati relativi ai costi secondo gli schemi della contabilità analitica e a corredare tali schemi con i dati di previsione a finire o valore atteso del controllo di gestione.

- *Avviamento:* definizione delle procedure e programma di avviamento.
- *Esercizio:* se si considera il progetto per un periodo che comprende il ciclo di vita dell'opera.
- *Manutenzione:* programmazione di manutenzione ordinaria e straordinaria.

1.5. FIGURE DELLA STRUTTURA ORGANIZZATIVA NELL'AZIENDA

Per un dato progetto si ha:

1. Project Manager: ha la responsabilità e l'autorità di gestire un progetto complesso, una parte di esso o un gruppo di progetti fra loro correlati, nei limiti del contratto, del budget e del programma assegnati, e senza potere di modificarli, in modo da raggiungere gli obiettivi. Ha la responsabilità di programmare e controllare il progetto e di riferire sullo stesso. Nella maggior parte dei casi, è anche responsabile della gestione del rapporto con il cliente sia commerciale che contrattuale, nei limiti stabiliti e senza modificare i termini del rapporto stesso. Tale figura possiede, all'interno dell'azienda, poteri di conduzione. Nelle aziende italiane è spesso definito capo commessa, anche se sarebbe più preciso definirlo come direttore di progetto.
 2. Project Director; ha la responsabilità e l'autorità per la direzione strategica di un gruppo di progetti fra loro correlati con potere di modificare contratti, budget e programmi e di compiere atti di gestione straordinaria. Il project director di committenza ha piena autorità e responsabilità su un progetto complesso in tutti gli aspetti tecnici, economici e finanziari, con potere di decidere se eseguire o cancellare il progetto e di determinare la struttura e l'organizzazione contrattuale. Nelle aziende italiane è definito come direttore dell'esecuzione progetti o vice direttore generale.
 3. Project Coordinator: coordina le attività relative ad un progetto all'interno dell'azienda, talora in posizione subordinata ad un project manager di cui è l'assistente. In genere ha limitate responsabilità di rapporto col cliente.
 4. Project Clerk: è un impiegato di concetto che cura la gestione e l'archiviazione della documentazione di progetto.
 5. Project Expediter: è un impiegato di concetto che verifica il rispetto delle date da parte dei vari enti aziendali ed esegue un'azione di sollecito.
-
-

6. Project Engineer: è un collaboratore del project manager che coordina, all'interno dell'azienda, le attività relative al progetto dei vari servizi e sezioni di ingegneria. Quando la funzione ingegneria è organizzata per progetti, la piena autorità e responsabilità della progettazione sarà di un project engineering manager, cioè capo progetto.
 7. Project Controller: ha la responsabilità e l'autorità di controllare l'investimento e l'uso delle risorse in un progetto, nonché la pianificazione, la programmazione, il controllo dei tempi e dei costi, la misura delle prestazioni e degli avanzamenti, il loro confronto con il programmato e la determinazione di eventuali azioni correttive con o senza potere di imporne l'esecuzione. È o un collaboratore del project manager o un suo assistente.
 8. Contract Engineer: è un collaboratore del project manager che assicura la corretta gestione dei rapporti contrattuali, in particolare con il cliente. Si può definire anche contract administrator.
 9. Planning Engineer: è un collaboratore del project manager per le attività di programmazione controllo dei tempi.
 10. Planning management: è l'organo che raccoglie i collaboratori del project manager dedicati al progetto. Comprende le funzioni di programmazione e controllo, di gestione contrattuale, di coordinamento tecnico e talora, funzioni di gestione del personale, contabilità e tesoreria di progetto.
 11. Resident manager: è il responsabile delle attività aziendali in un paese estero. La sua responsabilità può essere estesa alla promozione e allo sviluppo commerciale nel paese di insediamento, nonché a determinati rapporti con i clienti, in collaborazione con i rispettivi project managers.
 12. Site manager: ha piena responsabilità ed autorità sulla gestione tecnica ed economica di un cantiere. È per le aziende italiane il direttore di cantiere.
-

13. site superintendent: è il collaboratore del site manager con diretta responsabilità tecnica sull'attività di cantiere. Alle sue dipendenze vi sono i site engineers responsabili di un'area funzionale o di una parte del cantiere.

Questo per quanto riguarda l'ottica aziendale invece dal punto di vista della committenza si ha una situazione più semplice. Vi saranno un Project Director e un Project Manager. Le altre attività di committenza saranno il controllo o la vigilanza sui tempi e costi affidata o ad un Project Control o ad un Project Monitoring e l'attività di vigilanza tecnica.

1.5.1. Project management e ingegneria integrata

Esistono alcune differenze per la gestione dei progetti sia che venga eseguita da un general contractor sia che venga eseguita dal committente, direttamente o per mezzo di un Project Managing Contractor.

Il General Contractor si presenta già con una struttura integrata sia di ingegneria che di project management. L'interferenza del committente è minima e si limita alle funzioni non delegabili. Nel caso di struttura complessa, il compito del committente o del Project Managing Contractor è più difficile in quanto si tratta di integrare organizzazioni diverse che spesso non hanno mai operato in collaborazione e di imporre procedure unificate di gestione e controllo. Questo tipo di soluzione organizzativa dovrebbe essere approfondita in Italia dove l'ingegneria integrata non è ben vista e si è molto insistito sulla separazione tra progettazione e costruzione.

Il Project Managing Contractor può operare a diversi livelli di delega:

- direzione o amministrazione del progetto;
 - gestione del progetto (project management);
 - coordinamento del progetto (project coordination);
-

- vigilanza (project monitoring, project auditing).

1.6. LIMITI DEL PROJECT MANAGEMENT

Il Project Management è l'applicazione di conoscenza, competenze, strumenti e tecniche alla gestione di un progetto complesso, partendo dall'identificazione dei fabbisogni e dalla definizione degli obiettivi, per giungere alla gestione del progetto nel rispetto dei vincoli di scopo, tempi e costi.

Nel definire l'ingegneria dei costi si identificano tre componenti:

- ingegneria dei costi (CE)
- quantity surveying (QS) si intende l'economia della costruzione;
- la gestione dei progetti (PM project manager).

Il Project Manager ha la funzione primaria di definire obiettivi di progetto in linea con la direzione generale e di gestire le risorse affidate, in maniera da conseguire tali obiettivi. Il Project Manager deve assicurare che esistano vincoli realistici di scopo, tempi e costi, e che essi siano in linea con gli obiettivi; che esistano appropriati strumenti di gestione e controllo, e l'adeguata atmosfera all'interno dei gruppi di lavoro. Compito del Project Manager, inoltre, è prendere decisioni in caso di varianti assicurando che gli obiettivi del progetto rimangano in linea con il piano d'affari.

CE e QS operano analizzando, valutando, controllando e documentando rischi e costi, valutando il progetto, tenendo informato il cliente, analizzando flussi finanziari, preparando studi di fattibilità e valutando i costi dell'intero ciclo di vita. Il Project Manager, invece, opera gestendo risorse, delegando compiti, prendendo decisioni, ricevendo informazioni e fissando obiettivi.

Gestione dell'integrazione

La gestione dell'integrazione (gestione sistematica del progetto) consiste nell'identificare, definire, integrare e coordinare i vari processi di gestione nell'ambito di un progetto.

Comprende:

- apertura del progetto e la stesura della documentazione fondamentale
- redazione preliminare dello scopo del progetto
- sviluppo dei piani per la gestione e il controllo del progetto
- indirizzo e coordinamento delle attività esecutive
- controllo e vigilanza dei processi
- gestione delle varianti
- chiusura del progetto.

Gestione dello scopo

La gestione dello scopo consiste nell'assicurare che l'obiettivo del progetto sia raggiunto compiendo esclusivamente tutti i lavori necessari. Lo strumento più efficace per la gestione dello scopo si è dimostrato essere la WBS.

Ogni lavoro da eseguire può essere suddiviso nelle sue componenti applicando una visione sistemica, in modo da comprendere come si debba lavorare e preparare tutti i passi da compiere per la realizzazione del progetto. La complessità dei lavori fa sì che non sia sufficiente suddividerli in componenti sempre più piccole, ma si renda necessario interagire fra le componenti.

Per fare ciò è necessario che la tradizionale analisi per discipline e attività sia integrata con l'analisi per area o scopo. Tale analisi deve garantire:

- effettiva definizione e possibilità di controllo dell'oggetto;
-

- efficiente delega di autorità e responsabilità tramite centri di gestione;
- definizione dei lavori da eseguire per ottenere il grado di precisione richiesto nella stima, nel piano operativo e nel controllo di progetto;
- chiara identificazione dei rischi.

La gestione dello scopo comprende i seguenti punti:

- attività di pianificazione, per documentare i vari livelli di dettaglio ai quali lo scopo dovrà essere definito e controllato;
- definizione vera e propria dello scopo del progetto;
- creazione di WBS (work breakdown structure);
- formalizzazione e controllo dello scopo e di eventuali varianti.

Gestione dell'organizzazione

Per poter eseguire i lavori sono necessarie risorse umane che devono essere identificate nell'organizzazione del progetto. Bisogna definire la struttura organizzativa adottando la descrizione dei ruoli e delle mansioni.

Gestione della qualità

Il rapporto tra project management e qualità è estremamente articolato. La qualità consiste nella conformità del progetto alle specifiche, ai disegni contrattuali, alle norme.

La gestione della qualità comprende l'identificazione dei criteri e degli standard qualitativi da applicare, la loro applicazione sistematica a tutte le attività ed il controllo periodico del loro rispetto.

Gestione dei costi

Gli elementi fondamentali per la gestione dei costi sono i preventivi e il budget. Essi servono a controllare i costi e allocare le risorse. È necessario garantire che preventivi e budget siano eseguiti al necessario livello di accuratezza, con le

adeguate considerazioni relative ai carichi di lavoro, e che vi sia piena compatibilità fra il lavoro, l'organizzazione e la struttura dei costi.

Gestione dei tempi

I requisiti sono una buona stima delle quantità, delle risorse, dei carichi di lavoro e delle durate delle singole attività, un controllo della fattibilità, la gestione e l'allocazione delle risorse, la comunicazione e l'uso di adeguati strumenti di trattamento delle informazioni e di simulazione.

Comprende:

- identificazione di tutte le attività da eseguire, della loro sequenza e dei vincoli fra loro esistenti;
- la stima delle risorse necessarie per ogni attività;
- la stima delle durate;
- lo sviluppo di un programma globale di progetto, con l'identificazione del percorso critico.
- La definizione di un criterio di calcolo degli avanzamenti;
- Il controllo degli avanzamenti, sia globale che per singoli centri di gestione e relativi tempi di esecuzione;
- Il controllo degli avanzamenti e dei tempi sul percorso critico e su eventuali percorsi subcritici e gestione delle criticità;
- La redazione della cosiddetta "as built schedule" e la relativa analisi dei ritardi.

Gestione della comunicazione

Comprende:

- Pianificazione iniziale, per identificare gli attori e istituire un opportuno sistema di comunicazione;

- Disponibilità in tempo reale delle informazioni e la loro distribuzione periodica a tutti gli attori;
- La gestione di esigenze informative che dovessero sorgere durante il progetto.

Gestione degli approvvigionamenti

Occorre principalmente riuscire ad integrare le diverse esigenze che si presentano nel processo logistico in particolare:

- Il progettista tende a determinare il materiale necessario per il progetto impianto per impianto;
- L'acquisitore tende ad effettuare gli acquisti per categoria merceologica;
- Il trasportatore ha interesse ad ottimizzare volumi e pesi per ridurre i costi di trasporto;
- Il cantiere è sensibile ai programmi di montaggio.

Gestione della sicurezza

La gestione della sicurezza concerne la garanzia che tutte le parti svolgano quanto di loro competenza per garantire la salute degli operatori e la sicurezza sul lavoro, in conformità alle norme vigenti.

Gestione dei rischi

Devono permettere l'identificazione e la valutazione dei rischi principali, in modo da ridurre il rischio totale in termini di costi e di tempo.

I rischi possono essere classificati in due categorie:

1. rischi esterni cioè generati all'esterno del progetto e consistenti in cause di forza maggiore che possono essere o nuove normative o cambiamenti di programma che danno diritto a compensazione o fenomeni naturali

2. rischi interni cioè correlati al progetto e possono essere suddivisi ulteriormente in tecnici, economici e finanziari.

CAPITOLO II

COST ENGINEERING

2.1 DEFINIZIONE

L'ingegneria dei costi comprende:

- La preventivazione, cioè la stima degli investimenti, dei costi di realizzazione e di esercizio, compresa l'analisi dei rischi espressi in termini di costo;
- L'estimo, cioè la valutazione di investimenti, progetti o impianti esistenti;
- Il controllo economico, che comprende l'analisi dei costi e dei ricavi e i relativi metodi di addebito, il controllo dei costi e dei ricavi, l'analisi e trattamento statistico dei dati aziendali;
- L'analisi e la previsione di redditività.

In ogni fase del progetto l'ingegneria dei costi ha aspetti di consuntivazione e preventivazione e può essere applicata a diversi livelli di

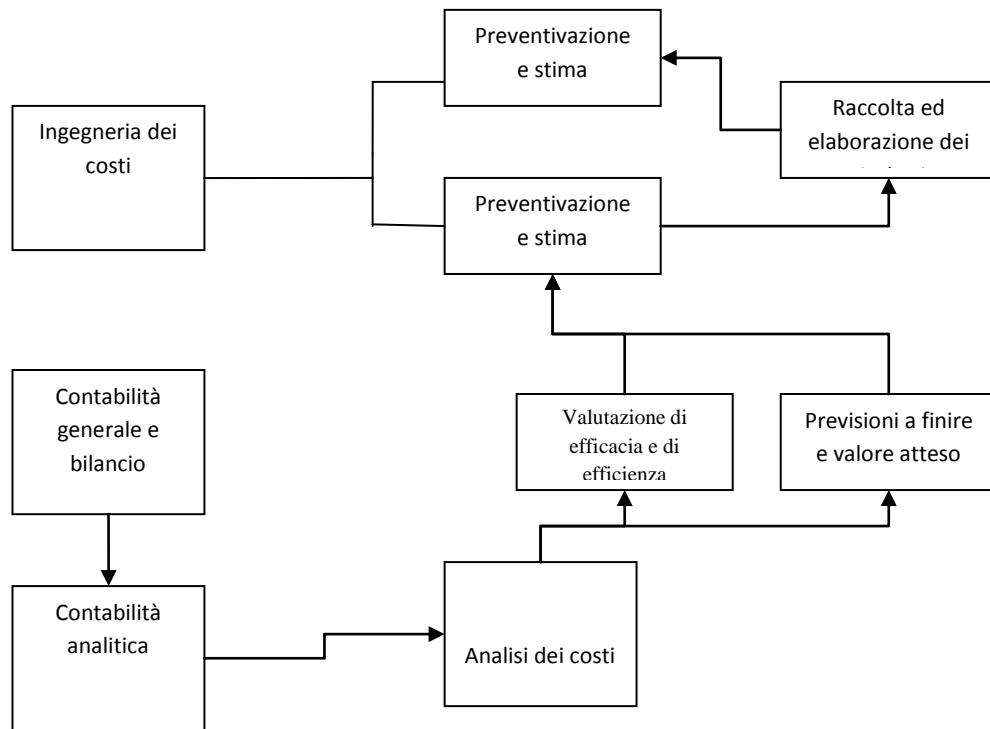
approssimazione. Giunti ai due terzi del progetto, si pone la scelta se continuare il controllo in continuità con quanto fatto in precedenza o porre un punto fermo, consuntivare i costi alla data e effettuare una previsione dettagliata dei costi a finire. Questa scelta dipende dal tipo e dall'andamento del progetto. Pertanto l'Ingegneria dei Costi riguarda l'intero ciclo di vita.

Si definisce *Analisi dei costi* l'insieme delle procedure contabili il cui scopo sia conoscere i fenomeni interni dell'impresa e pertanto le cause dell'economicità della gestione. Il fine ultimo è la conoscenza della situazione economica dell'azienda, che si esplica nell'analisi economica dei processi aziendali.

L'Analisi dei Costi fornisce informazioni sulla determinazione dei costi di progetto, dell'efficienza aziendale e della redditività, calcolata anche per periodi diversi dell'esercizio annuale. Per le imprese che lavorano su commessa essa permette il confronto fra costo preventivo e consuntivo.

Si parla di Controllo Economico o Controllo di Gestione quando ai costi consuntivi si aggiunge, periodicamente, una previsione a finire aggiornata sulla base dell'effettiva situazione aziendale. Il controllo economico, infatti, non si basa solo sul fatturato, ma tiene conto degli impegni assunti, dei lavori eseguiti, del controllo dello scostamento fra eseguito e programmato e delle previsioni di completamento; esso è pertanto uno strumento che permette, già nelle fasi iniziali di un progetto, di conoscere quale sarà il risultato economico finale e di correggere eventuali deviazioni.

Nel campo dell'ingegneria civile l'ingegneria dei costi comprende sia il controllo di gestione che la redazione dei preventivi, di particolare importanza in questo settore, la cui principale caratteristica è la non ripetitività sia dei preventivi che della struttura dei costi.



Pertanto il controllo è eseguito non solo in termini di costo, ma anche in termini tecnici (avanzamento fisico), economico (ricavi e costi) e finanziari (flussi di cassa, entrate ed uscite) ecco che si definisce la figura del Project Controller.

Un adeguato sistema di controllo del progetto permette di tenere sotto osservazione l'andamento nel tempo della fattibilità, definita, in fase di costruzione, come avanzamento statisticamente fattibile in base ai materiali e ai disegni presenti in cantiere.

In un'azienda di costruzione le procedure di controllo prevedono per ogni commessa:

- La redazione di un piano economico o budget iniziale in cui i costi e ricavi siano specificati e dettagliati secondo criteri uniformi;

-
-
- Il controllo periodico dell'avanzamento dei costi e il suo confronto con l'avanzamento programmato e con l'avanzamento effettivamente conseguito;
 - La verifica dell'efficacia e dell'efficienza e l'analisi degli scostamenti;
 - La previsione periodica dei costi a finire e dei costi complessivi del progetto, con relativa previsione del margine operativo ottenibile dal progetto stesso;
 - Il preconsuntivo e consuntivo finale di progetto;
 - L'utilizzazione dei dati per la redazione dei nuovi preventivi.

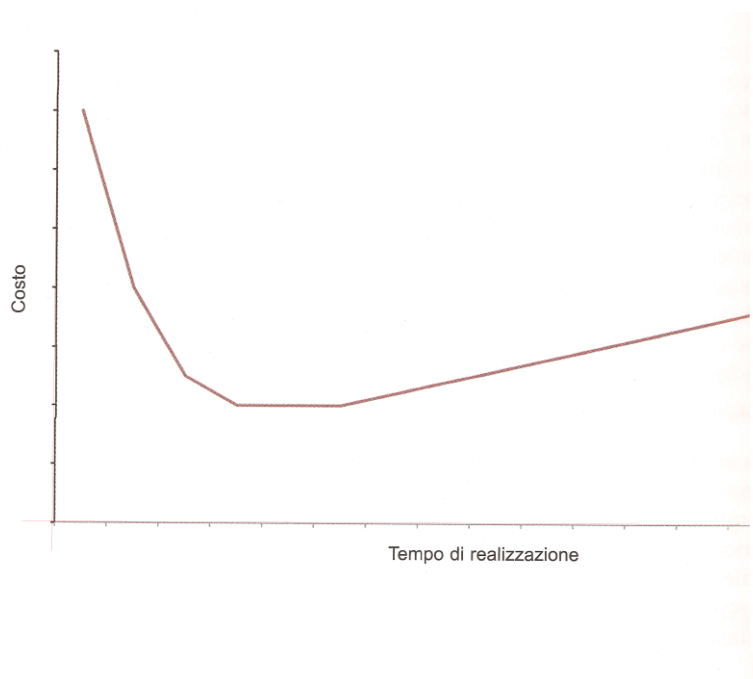
Per l'intera azienda devono essere considerati.

- La redazione di un piano economico annuale in cui siano previsti i margini operativi ottenibili dalle varie commesse in corso o in acquisizione e i costi generali di azienda, cioè la differenza fra il margine operativo e i costi generali dall'utile lordo dell'esercizio;
- Il controllo periodico dell'avanzamento dei margini operativi e dei costi, con relativa previsione dell'utile lordo di esercizio;
- L'analisi degli scostamenti;
- Il consuntivo finale di esercizio.

Da ciò si evince che per essere efficace il controllo di gestione deve essere eseguito non solo sui costi ma anche sulle ore lavorative e in particolare sulle ore dirette di ingegneria e di costruzione, si parla pertanto di un controllo integrato tecnico, economico e finanziario.

2.2 PREVENTIVAZIONE

La preventivazione è un processo iterativo che si svolge durante l'intero ciclo di vita del progetto, a vari livelli di analisi e quindi a vari livelli di affidabilità. Essa non riguarda solo l'industria delle costruzioni, ma è relativa a qualsiasi progetto in cui si debbano gestire costi e tempi. La stima dei tempi è fondamentale in quanto i costi dipendono non solo dalle quantità e dalle caratteristiche del progetto, ma anche in maniera rilevante, dai tempi; il preventivo eseguito a partire dal solo computo metrico, moltiplicando quantità e prezzi unitari, non è sufficiente per una corretta preventivazione perché la stessa opera, eseguita in tempi diversi, ha costi diversi.



Tale figura rappresenta l'andamento del costo dell'opera rispetto al tempo di esecuzione. Si può distinguere una zona, al centro, in cui il costo varia limitatamente, e in cui è possibile pertanto sostituire la curva del costo con la

tangente orizzontale alla curva stessa, cioè eseguire il preventivo limitandosi al computo metrico; al crescere del tempo esso aumenta per la diminuzione della produttività e il conseguente aumento dei costi diretti, giungendo a valori sempre più elevati man mano che si approssima il così detto Tempo Crash, che costituisce un limite al di sotto del quale la tecnologia disponibile non permette di andare.

In particolare, è necessario definire il legame fra il livello di dettaglio della progettazione e analisi dei tempi e dei costi, nonché l'ulteriore legame fra lo stesso livello di dettaglio della progettazione e il successivo controllo dei costi. Purtroppo molto spesso è consuetudine la tendenza dei progettisti a limitarsi ai disegni e alle specifiche tecniche, lasciando all'impresa di costruzione sia l'elaborazione dei dettagli costruttivi sia la redazione dei computi metrici.

Dovrebbe invece affermarsi l'idea che il computo metrico è parte integrante dell'attività di progettazione. Comunque è bene precisare che non si deve limitare l'attività di preventivazione al computo metrico; non è sufficiente, infatti, moltiplicare le quantità, per quanto dettagliate, per i prezzi unitari per ottenere un preventivo: con questo metodo è possibile solo fare un'offerta, purché i prezzi unitari considerati tengano adeguato conto dei margini per spese generali, utile e imprevisti. Per fare un preventivo attendibile, tale da poter essere usato, se non in fase di offerta, almeno per la definizione del piano operativo all'atto dell'apertura della commessa, è necessario tenere in considerazione i tempi e, di conseguenza, i costi indiretti e gli altri costi dipendenti dal tempo, nonché eseguire un'adeguata analisi del rischio.

2.2.1. Organizzazione del preventivo e progettazione

Per riuscire a formulare un preventivo è necessaria la redazione di un progetto preliminare, indispensabile per la valutazione anche approssimativa dei costi, nonché la conoscenza dei costi storici, in quantità sufficiente per elaborazioni statistiche, e della contabilità dei costi comuni aziendali. Qualora si

tratti di un progetto unico, non essendo disponibili i costi storici, si potranno utilizzare costi medi di settore, costi ricavati per analogia o con procedure di analisi.

La preparazione di un'offerta o la partecipazione a una gara d'appalto richiedono un'interazione di fattori tecnici, di pianificazione e programmazione, di analisi dei costi, contrattuale e legale, che è tipica del Project Management.

Le soluzioni adottate possono essere:

1. il coordinamento della preventivazione e negoziazione del contratto è affidato allo stesso Project Manager che dovrà gestire il progetto in caso di acquisizione, è la soluzione teoricamente ideale ma di difficile attuazione pratica;
2. la preventivazione e negoziazione del contratto sono compito della direzione commerciale, mentre il Project Manager interviene solo dopo l'acquisizione, all'atto della redazione e approvazione del preventivo esecutivo.

La *Progettazione* è l'insieme delle attività atte a definire, tramite disegni, specifiche, relazioni e note di calcolo, computi metrici e distinte dei materiali, la tipologia e le caratteristiche del prodotto o il servizio da rendere al cliente e realizzarne la costruzione o l'esecuzione.

Ad esempio gli elaborati utili per un progetto sono:

- elenco degli elaborati;
- piante generali e schemi funzionali;
- prospetti e sezioni;
- calcolo delle strutture;
- schede di prefabbricazione;

-
-
- impianti meccanici;
 - impianti elettrici;
 - calcoli termici;
 - reti esterne;
 - computo metrico;
 - specifica dei materiali;
 - tabella delle norme e criteri di riferimento;
 - fogli esecutivi o richieste di approvvigionamento;
 - cataloghi delle forniture.

Per ognuno di essi sarà stata elaborata, in sede di preventivo esecutivo, la stima delle quantità e delle ore di ingegneria necessarie.

Pertanto la progettazione comprende le modifiche sul campo, eseguite durante la costruzione e il relativo aggiornamento dei disegni, la redazione dei manuali di esercizio e di manutenzione degli impianti o dei manufatti e degli altri documenti necessari; l'assistenza del progettista può essere richiesta durante la fase di avviamento e durante il collaudo dell'impianto.

Oltre alla progettazione del manufatto o dell'impianto, un'altra attività è la progettazione della costruzione, cioè di come costruire il manufatto o l'impianto; la progettazione della costruzione comprende lo studio della sicurezza che la legislazione italiana affida a un professionista indipendente.

Ulteriori compiti da considerare sono l'attività di vigilanza sulla costruzione e l'ingegneria di cantiere, che consistono la prima nel garantire che il manufatto sia costruito in maniera conforme al progetto, la seconda nell'apportare in cantiere le piccole modifiche e integrazioni che si rendessero necessarie.

Allo stato attuale, la progettazione è frutto della collaborazione di un gruppo di professionisti di varia formazione (tecnica, giuridica, economica,

finanziaria, umanistica), i quali devono comunque essere diretti da una mente unica, le cui caratteristiche, basi culturali, competenze e formazione, dovranno essere panoramiche e non specialistiche.

La progettazione, pertanto, è un procedimento che va avanti per fasi successive, parte da una grande indeterminatezza e giunge sempre verso una maggiore definizione del progetto, fino a quel grado di definizione che permette la costruzione.

Da un punto di vista concettuale il processo di progettazione si articola in due fasi distinte ma connesse in un processo iterativo¹:

1. ideazione: operazione di sintesi che concilia le conoscenze con la fantasia ed è mirata a valutare tutti gli aspetti in gioco configurando soluzioni possibili e operando scelte;
2. sviluppo: sequenza di operazioni di verifica a tavolino dell'idea, condotta in base a modelli teorici e a prescrizioni normative.

Al termine della fase di ideazione e prima che inizi lo sviluppo del progetto dovrà essere stato definito lo scopo del progetto. Il Project Manager definisce lo scopo del progetto come l'insieme dei prodotti, servizi e risultati che debbano essere generati o come lavoro che deve essere portato a termine per generare i prodotti, servizi e risultati richiesti con le caratteristiche e funzioni specificate. La definizione dello scopo è compito non delegabile della committente, che può eseguirla come crede, ma in ogni caso deve farla propria e assumersene la

¹ Tratto da "Qualche riflessione sul processo di progettazione"/N. Gucci- L'Ingegnere Italiano

responsabilità. Dovranno inoltre essere definiti i criteri utilizzati per la determinazione della struttura del progetto.

2.2.2. Progettazione e tempi

L'analisi dei tempi non può essere eseguita se non si considerano due elementi fondamentali:

- La quantità da montare per ogni classe e sottoclasse di lavoro, da cui si calcolano i carichi di lavoro e i tempi e la manodopera necessari;
- I vincoli logici, di cui solo alcuni sono determinati in progettazione mentre altri derivano dalla pratica delle costruzioni.

Il reticolo delle attività viene definito in base alle sequenze di lavoro; i tempi di ogni attività sono inizialmente ipotizzati in base all'esperienza e al buon senso, tenendo altresì conto delle potenziali risorse e dell'organizzazione di progetto.

In fase iniziale è già possibile identificare il cammino critico e la compatibilità dei tempi programmati con i vincoli temporali globali del progetto.

Una volta noti i computi metrici, si possono calcolare i carichi di lavoro di riferimento in ore normali e i carichi di lavoro stimati. Tali carichi di lavoro saranno calcolati normalmente ad un livello di dettaglio, generalmente superiore della WBS a quello utilizzato per la programmazione reticolare.

Noti i carichi di lavoro, si potranno infine calcolare le risorse necessarie e si potrà eseguirne la distribuzione con uno dei tanti metodi disponibili e analizzare i relativi istogrammi e curve di avanzamento.

2.2.3. Progettazione e costi: preventivi

I preventivi possono essere elaborati secondo due criteri, corrispondenti a differenti livelli di affinamento della progettazione:

- Preventivi parametrici, che si basano sull'identificazione di uno o più parametri rappresentativi del lavoro e ne eseguono una valutazione con riferimento al parametro stesso;
- Preventivi analitici, che analizzano tutte le componenti di costo del lavoro da stimare.

I preventivi parametrici si basano sull'identificazione di uno o più parametri rappresentativi del lavoro e ne eseguono una valutazione con riferimento ai parametri stessi. Tali criteri sono comunemente usati e sono in generale gli unici disponibili, in fase di ideazione e di studio di fattibilità di un progetto. Questi preventivi possono essere fatti utilizzando parametri aziendali (e.g. costo medio di costruzione al metro cubo). I parametri disponibili dai dati aggregati di settore possono essere utilizzati solo come dati medi aziendali elaborati in base ad un'adeguata serie di dati storici trattati con opportuni procedimenti statistici, a tal proposito dovrà essere istituita e mantenuta una base di dati dei costi medi riferiti ai parametri che possono essere utilizzati per la stesura di preventivi parametrici.

Si possono, pertanto, distinguere i seguenti livelli²:

- Stima dell'ordine di grandezza, fatta senza dati dettagliati di ingegneria e con la sola disponibilità dei dati di capacità o di indici di scala, con un'affidabilità che può variare da +50% a -30%.

² J.W. Hackney, K.K. Humphreys, "Control & Management of Capital Projects" - AACE International

-
-
- Preventivo di massima, eseguito con l'aiuto di diagrammi di flusso, schemi distribuiti e caratteristiche dei macchinari principali e con un'affidabilità da +30% a -15%.
 - Preventivi definitivi, in base ad un'ingegneria sufficientemente definita con un'affidabilità da +15% a -15% e a sua volta divisibile in ulteriore livelli di dettaglio.

I preventivi analitici hanno bisogno di computi metrici e programmi preliminari già definiti. I costi saranno determinati secondo lo schema di ripartizione dei costi aziendali, cioè secondo lo stesso schema con cui sarà redatto il piano esecutivo o budget della commessa stessa.

I preventivi devono seguire la Cost Breakdown Structure e devono dividere i costi diretti dai costi indiretti; in particolare la CBS può essere differente a seconda che il preventivo sia fatto nell'ottica del costruttore o nell'ottica del committente.

In particolare si assumono:

- Per la manodopera, le produttività di riferimento ottenute dalla base di dati aziendali o dalla letteratura, e l'indice di rendimento ritenuto più opportuno per tenere conto delle effettive condizioni operative;
- Per i costi del personale, i costi derivanti dalla base di dati aziendali o, in mancanza di dati, da indagine sul territorio;
- Per i costi di materiali e subappalti si procederà, ogni volta che sia possibile, alla richiesta di almeno un'offerta da confrontare con le basi di dati aziendali.

In generale il costo totale del progetto potrà essere ridotto, con opportune approssimazioni, alla somma di una componente fissa (costi di investimento non capitalizzato, come l'istallazione e la disinstallazione del cantiere), di una

componente proporzionale alle quantità (costi diretti) e di una proporzionale al tempo (costi indiretti).

In tutte le fasi della preventivazione deve essere eseguita l'analisi dei rischi e, pertanto, deve essere considerato un adeguato margine a copertura dei rischi stessi; la gestione di tale margine e la sua progressiva allocazione costituiscono uno degli aspetti più qualificanti del Project Management.

Da ciò si conclude che:

1. un accurato livello di dettaglio della progettazione è indispensabile sia per il calcolo dei costi che per il calcolo dei tempi, non si possono avere preventivi attendibili se la progettazione è ancora a livello preliminare;
2. è necessaria l'istituzione di un sistema di controllo del progetto, sia dei tempi che dei costi;
3. devono essere introdotti dei margini di manovra sia nei costi che nei tempi; tali margini servono a tenere conto degli elementi di natura stocastica che permangono, in una certa misura, anche quando il sistema è divenuto deterministico;
4. il progetto è un sistema complesso e come tale necessita sia di specializzazione che di integrazione; devono quindi essere presenti sia professionalità specialistiche di vario genere, sia professionalità panoramiche.

2.3 ANALISI DEI COSTI

La contabilità aziendale generale è tenuta secondo il sistema del reddito e ha importanza prevalente nei rapporti fra l'azienda e i terzi, essa non è sufficiente per la gestione aziendale, ma permette solo di conoscere il capitale di funzionamento dell'impresa e il reddito di esercizio.

La contabilità analitica ha lo scopo di conoscere i fenomeni interni dell'impresa e pertanto le cause dell'economicità della gestione. Ha la sua finalità nella conoscenza della situazione economica dell'azienda, che si esplica nell'analisi economica dei processi aziendali.

Essa fornisce informazioni sulla determinazione dei costi di prodotto, dell'efficienza aziendale e della redditività, calcolata anche per periodi diversi dall'esercizio annuale. Per le imprese che lavorano su commessa, permette anche il confronto fra costo preventivo e costo consuntivo; tuttavia, la contabilità analitica è pur sempre una contabilità consuntiva che tratta gli stessi costi aggregandoli in base alla loro destinazione, cioè allo scopo per cui i costi stessi sono stati generati.

Esistono vari metodi per porre in relazione la contabilità generale e contabilità analitica:

- Sistema duplice contabile;
- Sistema duplice misto;
- Sistema unico diviso;
- Sistema unico indiviso.

Non verranno approfonditi in questa sede.

Una visione più ampia del controllo di gestione dovrebbe permettere la stessa analisi eseguita non solo sui costi ma anche sui ricavi e sugli investimenti. Si parla, pertanto, di controllo di gestione quando ai costi consunti vi si aggiunge, periodicamente, una previsione a finire aggiornata sulla base dell'effettiva situazione aziendale. Nel campo dell'ingegneria civile si usa l'espressione Ingegneria dei Costi, che comprende sia il controllo di gestione che la redazione dei preventivi, di particolare importanza in questo settore, la cui principale caratteristica è la non ripetitività sia dei preventivi che della struttura dei costi.

Il termine *Costo* è inteso nella sua accezione più economica, cioè non il costo come componente di reddito derivata da una variazione numeraria, bensì il costo necessario e normale dei fattori a scopo produttivo. Infatti sotto la denominazione costo vengono considerati concetti diversi come:

- Il costo opportunità o costo alternativo, tipico concetto dell'economia politica, che è il mancato ricavo che l'impresa avrebbe potuto ottenere destinando le risorse disponibili ad altri impieghi;
- Il costo identificato con una componente negativa del reddito, concetto di contabilità generale;
- Il costo inteso come uso di risorse o di fattori produttivi.

Si definisce Fattore di Produzione o fattore Produttivo un insieme di beni economici e di servizi che consenta di ottenere altri beni economici e altri servizi; si distinguono i fattori produttivi in generici (denaro e surrogati) e specifici (beni o servizi oggetti di investimento, come macchinari, materiali...). La somma dei valori assegnati ai fattori usati per la produzione è definita *Costo di Produzione*.

Esso è somma dei soli fattori specifici, dal momento che i fattori generici in quanto tali non partecipano alla formazione dei costi perché, in condizioni di equilibrio della gestione, i fattori monetari e creditizi non sono suscettibili di consumo.

I costi figurativi sono quelli relativi all'impiego di fattori apparentemente non onerosi, perché l'azienda ne dispone a titolo gratuito o perché non vengono registrati contabilmente si tratta di costi non determinati da spese, cui deve essere comunque assegnato un valore in quanto corrispondono all'utilizzazione di risorse aziendali. Si deve tenere presente che non sempre i costi economici e i costi contabili coincidono.

Un'ulteriore classificazione è quella fra costi effettivi e costi ipotetici:

- I costi effettivi sono dedotti dall'osservazione dei processi produttivi quali si sono svolti in passato o sono in corso di svolgimento, ovvero dalla previsione dei medesimi processi che l'impresa programma di svolgere in futuro;
- I costi ipotetici sono relativi a condizioni ipotetiche di gestione, che potrebbero non avere riscontro nella realtà.

La differenza tra il costo effettivo e il costo ipotetico è detta costo differenziale, ed è calcolato per ipotesi alternative e non successive di gestione; se le alternative di gestione sono solo relative alle quantità prodotte e vendute, si parla di costo suppletivo. Si parla di costi parametrici quelli legati alla quantità utilizzate come unità convenzionali di confronto.

In relazione alla periodicità di rilevazione i costi standard si possono distinguere in:

- Costi standard correnti, se riferiti alle condizioni correnti dell'impresa e modificati ogni volta che le condizioni cambiano;
- Costi standard di base, determinati per lunghi periodi di tempo e soggetti a revisione solo in caso di profondi mutamenti delle condizioni operative.

Se nella determinazione dei costi standard vi sia un'elevata componente di arbitrarietà, è più corretto parlare di costi di riferimento o di costo convenzionale.

Infine, considerando la relazione dei costi col tempo, si distingue fra:

- Costi passati, ancorati a prezzi che riflettono condizioni storiche di impresa e mercato;
 - Costi attuali;
-
-

-
-
- Costi futuri;
 - Costi fermi, riferiti a prezzi di comodo fissati in maniera convenzionale.

La distinzione tra costi passati e futuri non deve essere confusa con quella fra costi preventivi e consuntivi, in quanto la prima distinzione è relativa al sistema di prezzi adottati nella valutazione delle componenti di costo, mentre la seconda è riferita al tempo di esecuzione del processo di trasformazione.

2.3.1. Classificazione dei costi e metodi di contabilità economica

Sono definiti *Costi Fissi* i costi che non variano al variare della produzione, almeno entro l'intervallo considerato; essi sono dipendenti dal tempo, nonché dal valore massimo della produzione cioè alla capacità produttiva.

La capacità produttiva nel caso dell'edilizia è data essenzialmente dal dimensionamento degli uffici di sede, dei centri di costi fissi ed eventualmente del parco attrezzature.

Sono definiti *Costi Variabili* quelli che variano, in genere con relazione di proporzionalità ancorché non sempre diretta, unicamente con il volume della produzione.

In sede di pianificazione sarà necessario tenere conto della variazione della capacità produttiva e utilizzare criteri più raffinati; in sede di programmazione e controllo economico, invece, la divisione fra costi fissi e costi variabili, almeno nel caso delle imprese è netta.

Pertanto, è bene dividere i costi indiretti di prima specie da quelli di seconda specie e introdurre una formula che tenga conto della possibilità di costi diretti non proporzionali.

Si definisce *Costo diretto* un costo variabile a costo marginale costante, cioè direttamente proporzionale al valore della produzione, anche se comunemente viene usata come sinonimo di costo variabile. Il calcolo a costi marginali costanti è un'approssimazione, consistente nel trascurare, in un certo intervallo, i fenomeni di regressione e progressione dei costi, approssimando la curva dei costi ad un tratto rettilineo. Nel costo diretto può essere incluso il costo della manodopera diretta, ma non il costo dei servizi ausiliari di officina; questo differenzia il costo diretto da quello industriale.

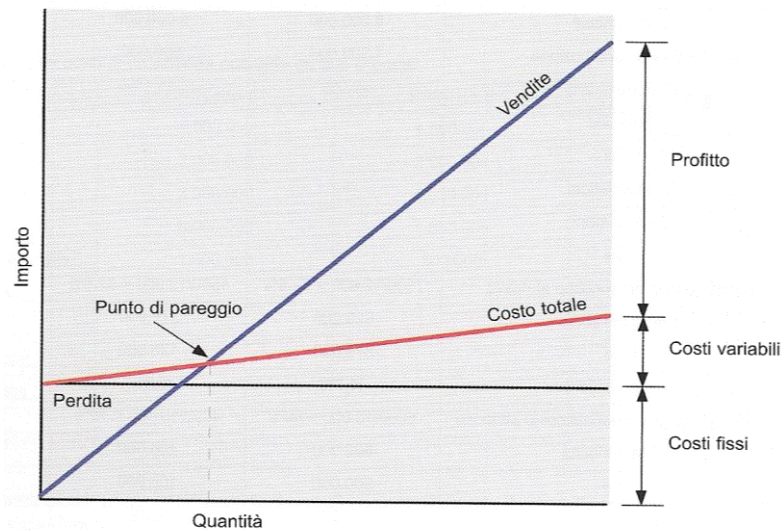
I metodi di calcolo dei costi si possono ridurre a tre schemi:

1. calcolo a costi pieni determinati secondo criteri casuali, in cui si tenta di ripartire i costi comuni attribuendoli a ciascun prodotto secondo un criterio casuale, tentando di individuare la causa che lo ha generato, giungendo così alla determinazione di un costo pieno, il cui valore è peraltro approssimativo e spesso arbitrario perché in contraddizione con la nozione stessa di costo comune. Si tratta di registrare anche le attività comuni attribuendole a una commessa alla quale esse sono presuntivamente riferite, per cui saranno ripartiti a commessa, ad esempio i costi di segreteria, il telefono, gli affitti. Questa soluzione è approssimativa e spesso dannosa.
2. calcolo a costi pieni determinati secondo criteri parametrici, in cui la quota di costi comuni imputati a ogni prodotto è proporzionale alla differenza fra ricavi e costi diretti o a un altro parametro.
3. calcolo a costi diretti in cui i costi comuni restano indivisi. Per ogni produzione si determina un margine di contribuzione lordo sottraendo dai ricavi i costi diretti e un margine di contribuzione netto con l'ulteriore sottrazione dei costi fissi speciali. I costi fissi comuni vengono poi

confrontati con la somma dei margini di contribuzione netti di tutti i prodotti.

2.3.2. Punto di pareggio

Nel caso di capacità produttiva fissa, la presenza di costi fissi e variabili in un'azienda generica permette di calcolare il punto di pareggio, corrispondente al volume di vendite minimo atto a coprire i costi senza alcuna produzione di profitto.



Le ipotesi su cui il grafico è costruito sono:

- vendite proporzionali alla quantità venduta,
- costo fisso corrispondente all'esercizio annuale;
- costo variabile proporzionale alla quantità prodotta;
- quantità prodotta eguale alla quantità venduta.

Si possono così definire:

- il punto di pareggio;
- il punto di chiusura, cioè il valore della quantità che rende conveniente la scelta di interrompere l'attività invece di continuarla in perdita.

Un caso di costo semivariabile si ha per il costo delle attrezzature di cantiere, ad esempio per il movimento di terra: la componente fissa è costituita dagli ammortamenti, proporzionali al tempo, che a loro volta fanno parte dei costi attribuiti se l'attrezzatura in esame è impiegata su un progetto, mentre nei costi comuni nei periodi di inattività fra un progetto e l'altro; la componente variabile è costruita dai costi di carburante e dai costi dell'operatore, costi proporzionali al tempo di utilizzazione effettiva dell'attrezzatura e quindi alle quantità di terra movimentata.

2.3.3. Costi nei progetti di ingegneria e costruzioni

I costi dei progetti d'ingegneria e costruzioni hanno la caratteristica della non ripetitività. Pertanto la distinzione usata è quella fra costi diretti e costi indiretti:

1. i costi diretti sono quelli corrispondenti a fattori direttamente impiegati nel processo produttivo; perciò coincidono con i costi variabili definiti in precedenza (analisi), anche se in genere è corretto parlare di costi diretti in quanto non vengono considerati i fenomeni di progressione o regressione dei costi;
2. i costi indiretti si intendono i costi indiretti di primo livello cioè i costi fissi comuni che vengono comunemente definiti costi generali d'impresa, e i costi indiretti di secondo livello cioè costi fissi speciali.

La contabilità dei costi avviene a costi diretti con due livelli di calcolo:

$\text{margine lordo} = \text{ricavo} - \text{costi diretti}$

$\text{margine netto} = \text{margine lordo} - \text{costi indiretti di secondo livello}$

$\text{utile di progetto} = \text{margine lordo} - \text{costi indiretti di primo livello}.$

I costi diretti sono proporzionali alle quantità montate, mentre i costi indiretti possono essere fissi o proporzionali al tempo. Un'analisi più accurata, tenendo conto del fatto che i costi indiretti sono costi di capacità e che la capacità produttiva può variare nell'arco di tempo del progetto, potrebbe identificare, per i costi indiretti di secondo livello, una formula di variabilità. Anche i costi diretti possono essere distinti in più livelli, distinguendo al primo livello i costi diretti propriamente detti e al secondo livello i costi diretti di supporto.

I costi sono classificati in base alla:

- categoria merceologica;
- tipo di contratto di fornitura;
- complessità del prodotto.

Sono costi diretti anche la manodopera diretta, utilizzata direttamente nel montaggio dell'impianto, fino al livello di caposquadra, i costi di supporto, i costi di progettazione e i costi per trasporti e spese logistiche attribuite al progetto.

I costi indiretti di secondo livello sono costruiti dalla direzione del progetto e servizi indiretti di gestione e controllo, dalla direzione e coordinamento operativo delle attività dirette, dai servizi generali di cantiere, dagli oneri finanziari di progetto e dagli oneri fiscali e doganali di progetto.

2.3.4. Analisi dei ricavi

I ricavi sono il corrispettivo che l'azienda riceve dal committente a fronte dei lavori eseguiti in virtù di un contratto. Essi non devono essere confusi con l'entrate di cassa, che hanno una valenza esclusivamente finanziaria e non economica. I ricavi, pertanto, sono generati all'atto dell'esecuzione di un lavoro contrattuale e vengono di norma contabilizzati, mensilmente o con una diversa periodicità determinata dal contratto (e.g. al raggiungimento di un determinato importo o al compimento di determinate fasi di lavoro), tramite la redazione, in contraddittorio con il committente, del SAL (Stato di avanzamento Lavori). All'approvazione del SAL da parte del committente segue di norma l'emissione di una fattura e successivamente il pagamento da parte del committente.

Il SAL comprende solo i lavori che possono essere inclusi nel documento in base alle clausole contrattuali.

Il responsabile di cantiere o di progetto dovrà pertanto, mensilmente, redigere un documento interno detto SIL (Stato interno dei Lavori) in cui vengono considerati non solo i lavori che è possibile inserire nel SAL, ma anche quelli eseguiti parzialmente e che non sia ancora contrattualmente possibile inserire.

Il criterio per la determinazione dei ricavi è stabilito dal contratto, che risponde a determinate tipologie:

- Contratto con prezzo a corpo, cioè l'importo contrattuale è fissato in una cifra fissa e invariabile per l'intero corpo dei lavori. Il contratto dovrà pertanto determinare anche il criterio con cui dovrà essere calcolato lo stato di avanzamento periodico dei lavori.
 - A misura o a prezziario, cioè l'importo contrattuale è determinato in base alle quantità eseguite per mezzo di un prezziario più o meno dettagliato, che sarà anche utilizzato per la redazione degli stati di
-

avanzamento periodici; il contratto dovrà specificare il criterio da utilizzare per le misurazioni e in particolare se esse dovranno essere eseguite sul campo o in base ai disegni.

- Misto, cioè risulta essere in parte a corpo e in parte a misura (anche se la normativa italiana non lo prevede).
- In economia, cioè l'importo contrattuale è determinato in base ai costi sostenuti; normalmente tali contratti stabiliscono, per ogni qualifica professionale, delle tariffe per ogni ora e giornata di prestazione. Si suole distinguere il contratto in economia propriamente detto, in cui si determinano i costi effettivamente sostenuti in base alle risultanze contabili e si aggiunge ad essi una quota fissa o percentuale.
- Associativo, cioè si stabilisce un consorzio fra committente e impresa o imprese appaltatrici, e un comune criterio di determinazione dei costi e di calcolo degli imprevisti. Definito lo stanziamento globale e noto il totale dei costi, la loro differenza costituisce il margine globale, che viene ripartito secondo un criterio di partecipazione determinato, fisso o variabile in base a parametri dipendenti dall'effettivo andamento del progetto.

I ricavi saranno suddivisi per area operativa:

- Ingegneria, insieme delle attività atte a definire, tramite disegni, specifiche, relazioni e note di calcolo, distinte dei materiali, la tipologia e le caratteristiche del prodotto o servizio da rendere al cliente e a realizzarne la costruzione o l'esecuzione; l'ingegneria comprende anche l'ingegneria del cantiere e la redazione dei manuali e dei disegni as built.

-
-
- Fornitura, ricavi conseguenti alla fornitura di materiali, impianti o attrezzature in base a un contratto stipulato con il committente.
 - Prefabbricazione, insieme delle attività necessarie per la costruzione di parti o componenti dell'impianto in stabilimenti di proprietà della società nonché per il loro trasporto al sito convenuto contrattualmente.
 - Costruzione, insieme delle attività realizzate in cantiere con manodopera diretta, da società del gruppo o da subappaltatori per dare le opere finite e collaudate; la costruzione include tutte le discipline nonché le attività di avviamento e collaudo definite contrattualmente e talora considerate come un'area operativa a sé stante.

2.3.5. Criterio di classificazione dei costi

Il costo è la valorizzazione economica delle risorse impiegate dall'azienda. Ogni risorsa utilizzata sia interna che esterna all'azienda, genera un costo all'atto della sua utilizzazione, anche se il costo può essere registrato con periodicità mensile.

Non si devono confondere i costi con le uscite di cassa, che hanno una valenza esclusivamente finanziaria e non economica.

I costi vengono contabilizzati per:

- risorse interne in genere mensilmente;
 - forniture all'atto del ricevimento delle bolle di consegna dei materiali ordinari;
 - subcontratti mensilmente o con una diversa periodicità determinata dal contratto tramite redazione, in contraddittorio col subappaltatore, del *salp* (stato di Avanzamento Passivo dei Lavori). All'approvazione del *salp*
-
-

segue di norma 'emissione di una fattura da parte del subcontrattatore. Il *salp* comprende solo i lavori che possono essere inclusi nel documento in base alle clausole contrattuali, il responsabile di cantiere dovrà, mensilmente, redigere un documento interno detto *silp* (stato interno Passivo dei Lavori) in cui vengono considerati non solo i lavori che è contrattualmente possibile inserire in avanzamento, ma anche quei lavori eseguiti parzialmente e che non sia ancora contrattualmente possibile inserire in *salp*.

I costi possono essere classificati secondo criteri e modalità differenti. In particolare, si consideri la classificazione dei costi:

- secondo la loro natura, utilizzata in contabilità generale;
- secondo la loro destinazione, utilizzata nella contabilità analitica e nel controllo di gestione.

Il primo criterio di classificazione è legato alla loro variabilità in funzione del tempo e delle quantità; i costi fissi, cioè quelli il cui valore non dipende dalla quantità di lavoro eseguito ma solo dal fatto che determinate attività devono essere svolte (e.g. il responsabile del cantiere deve essere presente anche nei periodi in cui il lavoro è fermo), il loro valore può essere definito una volta per tutte, oppure essere proporzionale al tempo; essi sono i costi di capacità dell'azienda o del cantiere e sono realmente fissi solo in quanto la capacità produttiva rimane costante nel tempo. Mentre i costi variabili sono quelli il cui valore è proporzionale alla quantità di lavoro eseguito.

Un secondo criterio è legato alla possibilità di riferire i costi a uno specifico progetto, processo dell'azienda; i costi attribuiti, quelli che sono direttamente legati a una specifica attività e concorrono alla sua esecuzione, come i materiali incorporati nel manufatto che si sta costruendo, le ore del personale di

costruzione, i costi del campo alloggi o degli uffici di cantiere, essi sono sempre collegati a uno specifico progetto e devono essere suddivisi in indiretti se non destinati alla diretta produzione dell'oggetto o del servizio per cui l'azienda viene remunerata o diretti se destinati alla diretta produzione dell'oggetto o del servizio per cui l'azienda viene remunerata, ed infine i costi generali che pur non intervenendo direttamente alla creazione del valore e non essendo collegati a uno specifico progetto, ne consentono la realizzazione garantendo attività di supporto o coordinamento.

I costi fissi sono in realtà legati alla capacità produttiva e hanno nell'ipotesi più semplice un andamento a gradini al variare della capacità produttiva, l'ipotesi di costanza dei costi fissi è pertanto riferita ad una capacità produttiva costante; i costi variabili sono in linea di principio proporzionali alle quantità, anche se il criterio non ha validità assoluta.

Un'altra definizione da ricordare è il *Costo Industriale* o di *Produzione* come somma dei costi diretti del progetto e dei costi indiretti relativi all'attività di produzione. Dal costo industriale sono pertanto esclusi quei costi che pur essendo attribuiti al progetto, non sono relativi all'attività produttiva come i costi finanziari (oneri per fidejussioni), i costi assicurativi di progetto e i costi commerciali di progetto.

Riassumendo si ha:

costi totali = costi generali + somma dei costi di progetto

utile di progetto = ricavi – costi totali

costi di progetto = costi diretti + costi indiretti

costi diretti = costi diretti industriali + costi diretti mercantili

costi indiretti = costi indiretti industriali + costi indiretti mercantili

costo industriale di progetto = costi diretti industriali + costi indiretti industriali

costo mercantile di progetto = costi diretti mercantili + costi indiretti mercantili

margine di contribuzione lordo = ricavi – costi diretti di progetto

margine di contribuzione netto = margine lordo – costi indiretti

margine operativo lordo = ricavi – costo industriale

margine operativo netto = margine operativo lordo – costi mercantili.

2.3.6. Margine per imprevisti

Nei costi è importante considerare un adeguato margine per imprevisti che tenga conto dei vari tipi di rischio. Il margine per imprevisti può essere suddiviso in:

- Imprevisti sui costi diretti, dovuti prevalentemente a rischi di tipo tecnico;
- Imprevisti sui costi indiretti dovuti a rischi economici come il prolungamento della durata del progetto o finanziari.

Il margine dovrebbe variare dal 3% al 15% dei costi, a seconda del grado di affinamento della preventivazione e delle caratteristiche del progetto.

Gli inconvenienti che possono essere causa di costi non previsti si possono raggruppare in cause esterne determinate da fattori estranei al progetto e costituite in genere da rischi non compresi nel rischio imprenditoriale propriamente detto che possono essere trasformati in costi tramite contratti di assicurazione.

2.3.7. Costi interni e costi esterni

Ai fini del controllo di gestione è necessario tenere separati i costi esterni (quelli generati da risorse esterne all'azienda e per le quali l'azienda stessa non ha la responsabilità alcuna sull'efficienza di utilizzatore) dai costi interni, generati da risorse interne all'azienda.

Per i costi esterni deve sempre esistere una voce di preventivo esecutivo e di conseguenza un ordine di acquisto o un contratto di subappalto o di prestazione del servizio che ne determina il criterio di attribuzione.

La caratteristica di tali costi è l'addebito diretto: essi possono essere distribuiti direttamente al centro di costo o alla commessa di destinazione.

I costi interni sono di regola ad addebito indiretto, come i costi del personale e l'ammortamento delle attrezzature.

Il criterio dell'addebito del centro di costo o a commessa in base al costo medio del fattore produttivo presenta alcune eccezioni:

- In un cantiere dove si operi su due commesse, una totalmente eseguita con personale diretto e una totalmente subappaltata, si dovrà procedere con un criterio differenziato per l'attribuzione dei costi di direzione e dei costi di supervisione;
- Per l'addebito del personale fornito in economia ad un'altra società nell'ambito di un gruppo o di un consorzio e in base a un contratto di assistenza tecnica, il ricavo sarà costituito dalla tariffa prevista dal contratto stesso mentre il costo sarà calcolato come costo effettivo per il personale dedicato completamente al contratto di assistenza e operante presso la società.

2.4. ADDEBITO DEI COSTI

Quando è possibile i costi saranno addebitati alla commessa; i costi interni, per cui non è possibile la diretta attribuzione a commessa, saranno addebitati a un centro di costo; il responsabile del centro di costo deve procedere all'attribuzione dei costi in base al criterio vigente per il centro di costo stesso e che di norma sarà in base alle ore produttive registrate tramite il foglio ore.

I costi saranno sempre suddivisi per disciplina funzionale e attività, con un criterio omogeneo a quello già visto per i ricavi.

Al primo livello si avranno le aree operative che sono:

- Ingegneria e servizi di sede, comprendente l'attività di ingegneria propriamente detta, il coordinamento di progetto, l'approvvigionamento e gli altri servizi speciali di sede.
- Approvvigionamento che riguarda la fornitura da sede, il trasporto e la fornitura locale.
- Prefabbricazione.
- Costruzione.
- Avviamento.

All'interno delle singole voci potranno essere identificate ulteriori suddivisioni, che saranno denominate *Categorie di Costo* al secondo livello, *Macroattività* al terzo livello e *Attività* al quarto livello.

La classificazione dei costi per destinazione avviene per categorie di costo omogenee, che assumono particolare importanza nei cantieri mentre nei centri di costo permanenti è possibile la diretta attribuzione dei costi a commessa senza necessariamente passare attraverso le categorie di costo.

Si definisce pertanto *Categoria di Costo* un raggruppamento di costi, omogeneo per destinazione, cui corrisponde un definito criterio di ripartizione fra le varie commesse o centri di addebito.

Nel caso dei cantieri le categorie di costo sono:

1. direzione del cantiere
2. servizi generali
3. supervisione dei lavori
4. costi logistici
5. allestimento del cantiere
6. allestimento del campo
7. costi diretti di produzione civile, meccanica ed elettro-strumentale.

Per i costi diretti le categorie di costo coincidono con le discipline funzionali che risultano:

1. impianti chimici ed energia
2. impianti industriali
3. edilizia civile.

Ogni categoria è a sua volta suddivisa in macroattività che risulta essere un'aggregazione di lavori fra loro correlati e misurabili in maniera omogenea, in modo da definire una produttività media.

Ulteriori livelli di dettaglio possono essere decisi dal Project Manager in funzione del progetto.

Per i costi indiretti, per i quali non viene calcolata la produttività, la suddivisione in macroattività e attività è determinata per analogia.

2.4.1 Sviluppo temporale dei costi

I costi sono già identificati in sede di preventivo, nel documento eseguito per la preparazione dell'offerta e la relativa trattativa commerciale; all'atto dell'acquisizione e comunque prima dell'inizio delle operazioni, il preventivo viene revisionato e in taluni casi maggiormente dettagliato ottenendo il piano operativo o budget.

Il *Budget* è il documento ufficiale che regola i rapporti fra il gestore del progetto e l'azienda, come se si trattasse di un contratto e, quindi non può essere modificato unilateralmente.

È opportuno ricordare che si ha la generazione del costo propriamente detto quando il bene viene effettivamente consegnato o eseguito e pertanto ricevuto dall'azienda, oppure quando la risorsa interna viene utilizzata. Il costo, infatti, si genera:

- Per le ore di personale dell'azienda quando vengono effettivamente eseguite;
- Per gli acquisti di materiali quando essi vengono ricevuti in azienda o in località abilitate al ricevimento; il documento corrispondente è la bolla di consegna;
- Per i contratti di subappalto quando vengono eseguiti e certificati i relativi lavori; il documento di riferimento è l'avanzamento Passivo dei Lavori, si fa sempre riferimento al silp;
- Per le attrezzature si utilizza il criterio della presenza in cantiere.

Le fasi successive non riguardano il controllo di gestione, bensì la contabilità generale e analitica; i passaggi risultano essere:

- Emissione di un documento contabile o fattura, che perfeziona il credito del fornitore nei confronti dell'azienda;
- Pagamento della fattura, che estingue il credito stesso.

Le progressive fasi di sviluppo dei costi sono:

- Budget;
- Consuntivo progressivo, somma dei costi per competenza alla data del controllo, il gestore del progetto dovrà confrontare il consuntivo progressivo con l'avanzamento utile in modo da conoscere l'efficienza con cui sta operando e redigere un'attendibile previsione a finire;
- Previsione a finire, che consiste nella valutazione dei costi da sostenere per il completamento del progetto; a tale proposito è di fondamentale importanza notare che la previsione a finire non deve essere formulata semplicemente calcolando l'importo ancora disponibile e assumendo tale valore come previsione, bensì deve essere un'effettiva previsione, frutto di un'analisi che tenga conto dello stato di avanzamento dei lavori;
- $\text{Costo atteso} = \text{consuntivo progressivo} + \text{previsione a finire}$;
- $\text{Scostamento} = \text{costo atteso} - \text{budget}$.

2.4.2. Cantieri

L'addebito dei costi in cantiere è estremamente complesso: il cantiere è un centro di costo temporaneo dove viene svolta l'attività di costruzione relativa a una o più commesse.

Si deve tenere presente che nello stesso cantiere vi sono costi diversi, che vanno trattati diversamente e non sono tutti riconducibili a un unico fattore produttivo.

I cantieri ricevono addebiti di costi, riclassificati per natura in classi di costo, secondo tale schema:

1. costi interni che risultano essere il personale, costi logistici, attrezzatura, consumi, costi generali;
2. costi esterni che risultano essere i subappalti e i materiali incorporati.

Tali costi vengono ribaltati, in base alla loro destinazione, nelle seguenti categorie di costo:

- direzione e gestione del cantiere: si tratta di costi del personale, consumi, servizi e prestazioni relativi alle attività di direzione del cantiere stesso, ai servizi amministrativi, di programmazione e controllo, di gestione del personale e agli altri servizi indiretti, inclusi i servizi di sicurezza e il servizio qualità;
 - servizi generali: servizi generali del cantiere propriamente detti e costi di supporto alla produzione sono generalmente costi personale, consumi, servizi e prestazioni relativi alle attività di supporto alla produzione, nonché di ammortamento delle relative attrezzature;
 - supervisione: si tratta di costi del personale dedicato alla supervisione e alla conduzione del personale produttivo, come assistenti, site engineers, etc.. in piccoli cantieri, le categorie di costo “direzione cantiere” e “supervisione” possono essere aggregate;
 - costi logistici: sono tutti i costi necessari a far vivere e muovere il personale, questi costi sono attribuiti a commessa in base al numero di presenza effettive;
-
-

-
-
- impianto e spianto in cantiere: costi di varia natura necessari per l'istallazione del cantiere e per la disinstallazione; nel caso dei cantieri monocommessa, la ripartizione temporale dei costi avviene, mese per mese, pro quota di avanzamento fisico dei lavori.
 - Impianto e spianto campo: costi di varia natura necessari per l'installazione del campo e per la disinstallazione; la ripartizione dei costi, sia nei cantieri monocommessa che nei cantieri pluricommissa, avviene con lo stesso criterio visto per l'impianto e spinato del cantiere.
 - Produzione: si tratta dei costi relativi alle attività per quali il cantiere è stato istituito; essi sono suddivisi in macroattività e successivamente ribaltati a commessa in proporzione alle ore dirette prodotte nell'ambito della macroattività stessa. A seconda della dimensione e delle caratteristiche del singolo cantiere, i costi di produzione potranno essere suddivisi per macroattività oppure accorpati al livello di disciplina o categoria di costo (produzione civile, meccanica ed elettro-strumentale); in casi particolari per aziende di semplice struttura potrà essere ammessa l'aggregazione in una categoria aggregata unica denominata *Produzione*.

I cantieri devono, in base ai fogli ore ed agli altri documenti di servizio, essere in grado di conoscere il numero di ore produttive lavorate per ogni disciplina di produzione (categoria di costo) o macroattività e per ogni commessa, nonché il numero di metri cubi di calcestruzzo semplice o armata prodotti per ogni commessa.

Per ogni cantiere e per ogni macroattività si procederà al calcolo del costo medio dell'ora produttiva con la procedura di seguito specificata:

- Il numero delle ore produttive sarà noto, mese per mese, dalle procedure relative alla rilevazione e al trattamento delle ore;

-
-
- l'addebito a categoria di costo oppure a commessa sarà effettuato in base al numero delle ore produttive moltiplicato per il rispettivo costo standard; ciò perché, all'inizio del mese non saranno ancora noti i costi mensili per ogni centro di costo, in quanto il calcolo dei costi relativi al personale richiede un tempo superiore;
 - Una volta noti tutti i dati di costo, sarà possibile calcolare il costo orario medio del centro di costo e sarà di conseguenza possibile calcolare i relativi conguagli, che saranno ripartiti tra le varie categorie di costo pro quota del costo del personale attribuito alla categoria di costo stesso. In alternativa, è possibile riportare i conguagli a spese generali; si deve tenere presente tuttavia che nei canteri, a causa dell'avvicinarsi di manodopera di diversa nazionalità e di diverso costo, l'importo dei conguagli può essere percentualmente più rilevanti.

2.4.3. Calcolo del costo orario

Il costo orario viene calcolato come rapporto fra il costo totale della singola persona e il numero di ore lavorative.

Ai fini del controllo di gestione, un costo orario più rigoroso potrebbe essere calcolato in base alle ore produttive anziché alle ore lavorative.

Considerando il generico mese (n), alla fine del mese stesso saranno note le ore produttive e si potrà stimare il costo con la formula:

$$C_n = hc_s$$

dove C_n è il costo della singola persona relativa al detto mese (n), h il numero di ore produttive e c_s il costo orario standard come inserito in procedura; tale costo sarà ripartito fra le varie categorie di costo o macroattività in base alle ore produttive addebitate a ognuna di esse.

2.5 CARICHI DI LAVORO E AVANZAMENTI

L'avanzamento del progetto può essere riferito a diverse grandezze che risultano essere rispettivamente: avanzamento utile (avanzamento fisico o quantitativo dei lavori) e avanzamento economico e finanziario.

- L'avanzamento utile è il rapporto tra quantità eseguite e quantità totali. Per confrontare gli avanzamenti tra quantità non omogenee si deve introdurre un parametro di mediazione che risulta essere il carico di lavoro; in questo caso l'avanzamento fisico può essere definito come rapporto fra carico di lavoro corrispondente ai lavori eseguiti e carico di lavoro corrispondente alla totalità dei lavori. Pertanto tale avanzamento corrisponde al lavoro effettivamente eseguito a fronte del programma e del contratto e per il quale l'azienda riceve un corrispettivo; esso costituisce il parametro in base al quale dovrebbe essere calcolato il ricavo aziendale.
- L'avanzamento economico è suddiviso in avanzamento dei costi, rapporto tra costi sostenuti e costi totali previsti e avanzamento contrattuale, rapporto fra quota fatturabile e importo contrattuale.
- L'avanzamento finanziario è il rapporto fra l'importo effettivamente incassato e l'importo contrattuale.

Si definiscono di seguito i termini di:

1. *Produttività'*: rapporto tra la quantità prodotta e le ore dirette impiegate per la produzione della quantità stessa. (kg/h...).

-
-
2. *Efficacia*: rapporto tra produzione effettiva e produzione programmata, cioè fra ciò che è stato fatto e ciò che si sarebbe dovuto fare; è un numero puro.
 3. *Efficienza*: rapporto fra la produttività effettiva e la produttività prevista o in generale il rapporto tra la produzione eseguita per unità di risorsa impiegata e la produzione prevista per unità di risorsa impiegata; è un numero puro.
 4. *Produttività di riferimento o standard* relativa a una determinata classe di lavoro omogenea il numero di ore lavorative necessarie, in condizioni di riferimento e calcolate con criterio statistico, per l'esecuzione della quantità unitaria del lavoro stesso.
 5. *Carico di lavoro di riferimento o standard* di un lavoro di cui si conosce la quantità, il prodotto della quantità per la produttività di riferimento o produttività standard, cioè il numero di ore standard (SMh) necessarie per l'esecuzione del lavoro.

2.5.1. Calcolo dell'avanzamento

Non è possibile definire il lavoro con una singola unità di misura, si devono pertanto trasformare le varie componenti del lavoro in un'unica grandezza confrontabile sommabile; si possono considerare o i carichi di lavoro o gli importi corrispondenti o la composizione parametrica.

- Carichi di lavoro: corrisponde al numero di ore lavorative necessarie. L'avanzamento sarà pari al rapporto fra il carico di lavoro corrispondente al lavoro eseguito e il carico di lavoro corrispondente al lavoro totale.
- Importi corrispondenti: in mancanza di carichi di lavoro si può fare riferimento agli importi contrattuali o ai costi. Si considerano come carichi

di lavoro virtuali; il criterio risulta essere più semplice ma la sua validità è legata all'effettiva proporzionalità del prezzario ai carichi di lavoro.

- Composizione parametrica: è un criterio approssimativo, in cui per ogni voce è definita una griglia percentuale in base alla quale sono stimati gli avanzamenti, es. movimenti terra e fondazioni 10%, strutture 30%, murature, tamponamenti, intonaci, verniciature 10%, impermeabilizzazioni 2%, pavimenti e rivestimenti 10%, serramenti e lattone rie 8%, impianti 25%, finiture 5%.

Il calcolo dell'avanzamento fisico permette di determinare, con ragionevole sicurezza, il valore dell'avanzamento in valore assoluto o in valore relativo.

2.5.2. Carichi di lavoro

Per la definizione dei carichi di lavoro si possono utilizzare i seguenti metodi di ripartizione che risultano essere:

- Metodo lineare: in cui la distribuzione dei carichi di lavoro per ogni attività è lineare; è un metodo usato per piccoli progetti risulta essere molto approssimativo da' in genere risultati accettabili per un controllo di progetto non sofisticato.
- Metodo discontinuo o discreto: in cui per ogni attività il carico di lavoro è distribuito senza una spezzata, costruita per punti; questo metodo diviene rigoroso solo quando le curve di riferimento (spezzate) sono ottenute da un'elaborazione statistica dell'esperienza aziendale che è in grado di esprimere una serie di curve per lavori civili, meccanici, elettrici, ecc.

-
-
- Metodo continuo: in cui per ogni attività il carico di lavoro è distribuito secondo una funzione continua e crescente del tempo; risulta di complesso utilizzo per difficoltà legate ai calcoli.

2.5.3. Curva Logistica

Una funzione utilizzata per il calcolo delle curve di avanzamento è la *Funzione Logistica*.

$$A = \frac{1}{1 + ce^{-ht}}$$

A =avanzamento e t =tempo

Si tratta di una curva con due asintoti orizzontali e un punto di flesso, il cui andamento assumendo per il parametro h valori prossimi a 0,1 si presta bene a rappresentare le curve di avanzamento. Si eliminano gli asintoti facendo degli arrotondamenti e sostituendo la curva con una a gradini. Poiché la curva di distribuzione delle risorse altro non è che la derivata della curva di avanzamento, l'utilizzazione della curva logistica permette di trattare matematicamente l'andamento delle risorse.

Si definisce per il singolo progetto o per ogni disciplina del progetto stesso un fattore chiamato fattore di rendimento stimato. Tiene conto delle condizioni effettive del progetto (altitudine, manodopera, condizioni climatiche, ecc.) ed è valutato in base a criteri discrezionali, parametrici o statistici quando i dati disponibili sono sufficienti.

Produttività stimata = produttività di riferimento * fattore di rendimento

Carico di lavoro stimato = carico di lavoro standard * fattore di rendimento

Fattore di rendimento reale = ore effettive / carico di lavoro standard

Fattore di rendimento rispetto al preventivo = ore effettive / carico di lavoro stimato.

Il confronto dirà se i risultati sono migliori o peggiori delle previsioni.

2.6 CONTROLLO INTEGRATO DELLA GESTIONE

All'atto dell'apertura di ogni commessa, sarà redatto il budget o piano operativo. Per ogni commessa, il budget sarà di norma suddiviso, sempre per quanto concerne i costi e dove possibile i ricavi, nelle quattro aree fondamentali:

1. ingegneria e servizi di sede,
2. forniture;
3. prefabbricazione;
4. costruzione.

Il piano operativo di commessa costituisce il contratto interno con cui la direzione dell'azienda e il Project Manager concordano i tempi, i costi e i risultati che devono essere ottenuti dalla commessa stessa. Esso deriva dalla versione finale del preventivo, quella in base alla quale è stato firmato il contratto, riclassificandone eventualmente le voci in base alle classi e sottoclassi di costo utilizzate nel controllo di gestione e aggiornando in base ai risultati e alle informazioni emerse durante la negoziazione finale, non ancora considerati nell'ultima versione del preventivo stesso.

Il documento dovrà tenere in considerazione non solo i valori totali dei ricavi e dei costi, bensì la loro proiezione temporale; ciò significa che, secondo i tempi forniti dalla programmazione, dovranno essere calcolati, mese per mese, i valori stimati del ricavo progressivo e dei costi progressivi cumulati.

Il budget ha la stessa variabilità del contratto:

- per contratti a corpo, sarà stabilito una volta per tutte e potrà essere modificato solo in caso di modifiche al contratto;
- per i contratti a misura, sarà determinato inizialmente in base ai prezzi contrattuali e alle quantità previste e potrà essere periodicamente aggiornato in base ai prezzi contrattuali e alle quantità effettive;
- per i contratti misti si useranno i due criteri sopra riportati, per le rispettive sezioni del contratto.

Durante lo svolgimento della commessa possono verificarsi scostamenti positivi o negativi; rientra nella facoltà del Project Manager compensare fra loro scostamenti nei limiti del costo complessivo ed evidenziare il risultato atteso. Qualora sia previsto un margine per imprevisti, la sua gestione è anch'essa compito del Project Manager, che potrà dedurre da tale margine i costi imprevisti o aggiungere al margine gli eventuali risparmi e potrà, nel corso della commessa, ridurre il margine stesso con un criterio empirico o statistico a mano a mano che l'avanzamento della commessa riduce la possibilità del verificarsi di imprevisti. Si deve tenere presente che la massima incidenza di imprevisti si verifica all'inizio e alla fine della commessa per cui la curva di avanzamento degli imprevisti non ha il classico andamento a S, ma presenta un andamento con concavità verso l'alto.

Qualora la previsione a finire dovesse superare il costo a budget e pertanto si avesse una totale o parziale erosione del margine operativo è preciso dovere del Project Manager evidenziarlo e farlo presente alla direzione aziendale.

Il controllo di commessa inizia all'atto dell'apertura della commessa stessa e termina con la consegna provvisoria, mentre viene mantenuto un controllo globale sui fondi di garanzia delle varie commesse.

Il Project Manager resta comunque libero di utilizzare a sua discrezione e nell'ambito della propria commessa, documenti o procedure di maggior dettaglio, che diano risultati che confluiscono nei moduli aziendali.

2.6.1 Controllo dei ricavi

Prima dell'inizio di ogni anno sarà redatto il budget o piano operativo dei ricavi. I ricavi saranno ottenuti, mese per mese, dai piani operativi delle singole commesse; ad essi si aggiungerà una stima dei potenziali ricavi derivanti da nuove acquisizioni, in base alle previsioni dei responsabili.

Dai ricavi si potrà ottenere il valore previsto del fatturato, mese per mese, tenendo presenti le particolarità contrattuali di ogni commessa, qualora esse siano effettivamente influenti.

Alla fine di ogni mese si prenderanno in considerazione il valore del ricavo del mese e il valore progressivo del ricavo dall'inizio dell'anno e si confronteranno la quota progressiva del valore atteso del ricavo stesso per verificare il rispetto del piano e gli eventuali scostamenti.

2.6.2. Controllo di gestione

Per ogni centro di costo permanente sarà redatto, prima dell'inizio di ogni anno, un budget in base al volume di produzione previsto, secondo il quale saranno anche determinate le necessità organizzative del centro di costo stesso.

Il budget di ogni centro di costo dovrà prevedere anche il numero di ore produttive che saranno addebitate a commessa, ad altri centri di costo o a spese generali.

All'inizio di ogni anno sarà redatto anche il budget o piano operativo dell'intera azienda. Tale documento, fondamentale, comprende:

-
-
- Margine operativo netto, previsto per ogni commessa in corso, nell'arco dell'anno, tenendo conto dell'avanzamento effettivo e dell'eventuale revisione della programmazione;
 - Margine operativo netto, previsto dalle commesse in corso di acquisizione, definito in base alla previsione dei responsabili;
 - Spese generali, previste nell'anno, ripartite linearmente durante l'anno. Esse saranno costituite dalla somma delle spese ribaltate a spese generali dai singoli centri di costo, dalle spese generali indivise, dagli ammortamenti non attribuiti e dal costo delle offerte;
 - Utile lordo previsto.

Il documento indica non solo i valori totali del margine e delle spese generali ma anche la loro proiezione temporale; ciò significa che dovranno essere calcolati, mese per mese, i valori stimati del margine operativo, delle spese generali e dell'utile previsto.

CAPITOLO III

CONTRACT MANAGEMENT

3.1. ORGANIZZAZIONE CONTRATTUALE NELL'INGEGNERIA CIVILE

Un progetto può essere organizzato in modi diversi, ad esempio, il committente può assegnare l'intero contratto a un appaltatore generale che deve eseguire e consegnare i lavori, o può dividere ingegneria, logistica e costruzione in diversi contratti, assegnati a differenti contrattori.

I termini *Committente* e *Appaltatore* indicano le due parti di un contratto.

Si definisce *Rapporto Contrattuale diretto* il rapporto fra la committente e il appaltatore che hanno sottoscritto un contratto, mentre il *Rapporto Contrattuale indiretto* risulta essere il rapporto con terze parti nominate in contratto e che esercitano, in nome e per conto del committente, una qualche azione sul appaltatore.

Esempi di rapporti contrattuali sono:

- Monizione o Monitoraggio: prevede l'accesso agli uffici, cantieri e documenti di tutte le parti interessate senza potere di interferenza ma con

l'onere di tenere informato il committente sullo stato del progetto dal punto di vista tecnico, economico e finanziario, segnalando scostamenti e problemi, ed esprimendo, se contrattualmente previsto, una proposta di azione correttiva che il committente potrà liberamente decidere se adottare.

- **Ispezione:** verifica di conformità a norme, standard e requisiti di progetto, con poteri di segnalazione senza peraltro il potere di imporre l'esecuzione, e poteri vincolanti solo per le interferenze negative; in pratica, in caso si verifichi una mancanza di conformità al progetto a una norma contrattualmente vincolante, l'ispettore può fermare i lavori.
- **Vigilanza:** concettualmente simile all'ispezione, si parla di vigilanza quando la facoltà ispettiva è estesa a tutti gli aspetti tecnici, economici e finanziari del progetto.
- **Supervisione Tecnica o Direzione dei Lavori:** è l'onere di garantire al committente che il manufatto sia eseguito in maniera conforme al progetto e, in diversi casi, prevede una supervisione sulla contabilità dei lavori e sull'adempimento dei contratti, venendosi così a creare una sovrapposizione con il Project Management, la caratteristica di questo rapporto è nel tipo di autorità vincolante sul manufatto ma non sulle persone; in termini organizzativi si può assimilarla alla prescrizione.
- **Coordinamento:** l'attività di ordinamento si limita a operare un'influenza sulle parti, emettendo istruzioni non vincolanti, stabilendo che le istituzioni non possono essere ignorate.
- **Gestione e controllo:** in casi in cui il gestore del contratto opera in nome del committente e ottiene tutti i poteri del committente a esclusione del potere di modificare il contratto stesso, le istituzioni vincolanti dipendono fortemente dalle clausole contrattuali.

-
-
- **Mandato:** è il caso limite della gestione, infatti, la società mandataria esercita tutte le funzioni di committenza, che delega l'intera amministrazione del progetto, cioè ha il potere di scegliere i fornitori, emettere i contratti in nome e per conto del committente, definire il progetto esecutivo, gestire il cantiere. La mandataria autorizza le varianti, firma gli stati di avanzamento dei lavori, li liquida e ne autorizza il pagamento, trasmettendo la documentazione alla committenza per l'esecuzione del pagamento stesso o eseguendola direttamente tramite un fondo costituito a corpo.

Di solito una tipologia di soluzione per la realizzazione dell'opera è la suddivisione del lavoro fra un progettista, le cui funzioni erano spesso estese alla direzione dei lavori, che peraltro poteva essere affidata ad un altro professionista e un appaltatore per la realizzazione dell'opera.

Un altro caso da considerare è quello in cui la committenza affida l'intera esecuzione dei lavori a un appaltatore generale (general contractor), che avrà il compito non solo di eseguire, direttamente o indirettamente, le fasi di ingegneria, approvvigionamento, costruzione e avviamento del progetto ma anche l'intero onere della gestione del progetto, limitandosi la committenza a una funzione di vigilanza sulla correttezza dell'esecuzione e a garantire la disponibilità finanziarie necessarie per il progetto stesso. In questi casi il committente si limita a garantire la disponibilità dei fondi all'atto del completamento del progetto stesso senza alcun pagamento intermedio o tramite qualche forma di compensazione.

Un'ulteriore soluzione si ha quando la committenza affida a una mandataria la gestione del contratto in suo nome e per suo conto, limitandosi a garantirne la disponibilità finanziarie; la mandataria potrà optare per un appalto integrato o per più appalti affidati a diversi contractor.

La committenza può anche affidare, tramite un contratto di appalto

integrato a un appaltatore, le fasi esecutive mantenendo nelle proprie mani la gestione del progetto o affidandola a un Project Management Contractor. Nel caso di opera pubblica, l'appalto integrato avrà caratteristiche definite per legge.

La committente può infine affidare a diversi enti l'ingegneria, l'approvvigionamento e la costruzione mantenendo nelle proprie mani la gestione del progetto o affidandola a un Project Manager.

3.1.1. Committenza e finanziamento del progetto

Normalmente nella stesura dei contratti, la committente è denominata come ente unitario, cui fanno capo tutte le funzioni di proprietà e gestione dell'investimento e che è unica titolare del rapporto contrattuale con l'appaltatore. Di solito la committente non è un ente unico, in generale si ha:

1. la committente propriamente detta, cioè l'ente che firma il contratto con l'impresa di ingegneria e costruzioni e lo gestisce come prima parte;
2. la proprietà, ente proprietario del manufatto;
3. l'utente finale, cioè l'ente destinato a utilizzare o gestire il manufatto dopo il suo complemento;
4. gli Enti investitori o finanziatori, gli enti deputati alla vigilanza, a emettere autorizzazioni, etc.

Dal punto di vista del costruttore è di fondamentale importanza avere un unico interlocutore ma non è sempre così, si distinguono più casi.

Un primo caso è quello della committenza delegata, quando la committente delega ad altri enti ad essa sottoposti il potere di gestire il contratto o porzione di esso e modificarne le clausole.

Un caso diverso è quello della committenza con l'articolazione verticale,

in cui esistono enti sovra ordinati alla committente che possono avere, per il contratto in corso, potere di interferenza o semplice vigilanza, ma che hanno il potere di interferire alla necessità che qualsiasi piccola variazione aggiunta al contratto entri in forza solo dopo la ratifica da parte della citata entità superiore.

Un altro caso è quello dell'articolazione orizzontale, in cui altri enti hanno poteri di vigilanza o interferenza, in genere di tipo tecnico, pur essendo formalmente indipendenti dalla committente.

Diversa dalla committenza complessa è la committenza virtuale, in cui il progetto è di fatto articolato in più sottoprogetti con committenze diverse che delegano a una comune mandataria non solo i poteri di gestione, ma anche il potere di scelta dei contraenti e di stipula dei contratti in nome e per conto delle committenti e di gestione, ordinaria e straordinaria, che devono essere espressamente citati, mentre per qualsiasi altro atto di gestione contrattuale, ordinaria o straordinaria, vale il vincolo contrattuale con la mandataria, stipulato in nome e per conto delle committenti. Qualora il mandato fosse esteso fino al punto da permettere alla mandataria la stipula dei contratti in nome proprio, essa non sarebbe più definibile come mandataria bensì come concessionaria o contraente generale.

In definitiva, la struttura della committenza può essere estremamente complessa; dal punto di vista dell'appaltatore, ma anche dal punto di vista dei vari enti che costituiscono la committenza, la soluzione più opportuna, ma non sempre possibile, è definire contrattualmente che qualsiasi rapporto debba essere tenuto solo con un determinato ente, che a sua volta si faccia carico dei rapporti a monte cioè all'interno della committenza stessa.

Un'ulteriore problema può essere dato dai contenuti dell'attività stessa della committenza: con riferimento alle fasi e sottofasi del progetto, è necessario definire quali contenuti siano delegabili e quali siano invece caratteristiche

intrinseche alla committenza o alla proprietà e pertanto non delegabili.

La fase strategica di identificazione e ideazione del progetto, compresa la precedente identificazione dei bisogni, è caratteristica della proprietà non delegabile a terzi, il che non significa che non possano essere utilizzati dei consulenti, ma che la proprietà deve sapere cosa vuole e perché; se le idee della proprietà non sono chiare, non esiste un meccanismo contrattuale o organizzativo che possa farne a meno.

La progettazione concettuale può essere delegata a progettisti, ma è sempre la proprietà che deve indirizzarla e approvarla; il progettista è vincolato all'applicazione delle proprie capacità alla realizzazione di quanto la proprietà ti chiede.

Il reperimento dei fondi per la realizzazione dell'investimento è compito non delegabile della proprietà, che può tuttavia delegarne in tutto o in parte l'esecuzione utilizzando le tecniche di ingegneria finanziaria.

Allo stesso modo sono compiti non delegabili della committenza la fornitura del sito sul quale costruire l'opera e l'ottenimento delle rispettive autorizzazioni.

La scelta dei contraenti, la stipula dei contratti e la gestione degli stessi può essere delegata a una mandataria in nome e per conto della proprietà. Tutto il resto può essere delegato, conservando la proprietà, direttamente o tramite la committenza da essa delegata, il diritto e il dovere di vigilare sull'esecuzione del progetto.

La concessione di sola costruzione è stata equiparata all'appalto dalla legge n.584 dell'8 Agosto 1977 (norme di adeguamento alle direttive comunitarie), mentre la concessione di costruzione ed esercizio, seppur modificata e anch'essa equiparata a un contratto, continua a esistere. La dottrina

ha distinto, nella concessione di costruzione, due differenti tipi: uno solo esecutivo mentre il secondo che prevede anche la traslazione di funzioni pubbliche come le espropriazioni, scomposizione peraltro soggetta a giurisprudenza non uniforme; successivamente si è definita la concessione dei poteri pubblici collegati all'esecuzione di un'opera pubblica articolandola in concessione dei poteri collegati o presupposti alla realizzazione dell'opera senza eseguirla direttamente, sostituendosi al concedente nel ruolo di stazione appaltante e concessione comprensiva anche dei lavori di costruzione, direttamente, come stazione appaltante o con soluzioni miste.

3.1.2. Direzione dei Lavori

Si definisce *Direzione dei Lavori* il professionista che, in base a un incarico da parte della committente, deve vigilare sulla buona esecuzione delle opere appaltate e sulla loro corrispondenza alle norme contrattuali nei limiti posti dagli articoli 1661 e 1661 c.c.; si tratta di una figura che non ha una ben definita fisionomia giuridica e le cui effettive mansioni sono da accertare caso per caso. Nella maggioranza dei casi, e in particolare nei piccoli e medi progetti, al direttore dei lavori sono affidate, oltre alle mansioni di supervisione tecnica, alcuni compiti di gestione contrattuale che fanno parte della gestione del progetto, creando così una figura ibrida.

Il direttore dei lavori interviene sull'oggetto del contratto ma non sui mezzi esecutivi che vengono determinati dall'appaltatore direttamente o tramite il direttore di cantiere; la nomina di un direttore dei lavori è prescritta solo per le opere pubbliche e per le opere con struttura in cemento armato o con struttura metallica (legge 1086/71). La definizione si trova nella normativa relativa alle opere pubbliche, nel R.D. 25 Maggio 1895 n.350 e sue integrazioni e modifiche, in cui è definita la responsabilità del direttore dei lavori come garante dell'esecuzione conforme alle regole dell'arte, ai progetti e ai contratti.

Il direttore dei lavori è nominato dal committente, anche se in alcuni casi le funzioni di direzione lavori sono parte delle funzioni delegate al concessionario o al contraente generale, restando al committente le più generiche funzioni denominate alta vigilanza che può assimilarsi a una supervisione senza potere di interferenza. Le funzioni del direttore dei lavori sono codificate dalla legge 143/1949 sulle tariffe professionali degli ingegneri e degli architetti, e possono essere riassunte nei seguenti punti:

- accertamento della regolarità della concessione edilizia;
- firma delle relazioni illustrative;
- tenuta in cantiere della progettazione;
- alta sorveglianza e direzione dei lavori;
- rispondenza dell'opera al progetto;
- osservanza delle norme tecniche;
- accertamento della qualità dei materiali e prefabbricati;
- approvazione degli stati di avanzamento dei lavori;
- relazione finale;
- sicurezza sul lavoro.

Si può affermare che la funzione storicamente definita come direzione dei lavori è parte del Project Management per quanto riguarda gli aspetti contrattuali, ed è parte dell'ingegneria per quanto riguarda gli aspetti tecnici.

3.1.3. Organizzazione contrattuale per l'esecuzione dell'opera

Prima di definire e discutere i vari modelli di organizzazione contrattuale, è necessario chiarire che, nella realtà di un progetto complesso, possono esistere diversi livelli contrattuali.

Dal punto di vista del committente, si definiscono *Contratti* quelli stipulati

fra il committente stesso e un appaltatore con il fine di affidare all'appaltatore stesso l'esecuzione di determinati lavori, siano essi di progettazione, approvvigionamento o costruzione. A sua volta, l'appaltatore può affidare ad altri parte dei lavori a lui affidati, stipulando un nuovo contratto, detto *Subcontratto*, contratto di secondo livello di sottocontratto, in cui l'appaltatore stesso entrerà come prima parte e il subappaltatore come seconda parte. Nelle grandi opere e nei progetti complessi, tre o quattro livelli contrattuali possono essere la norma; in Italia esistono limitazioni dovute a esigenze di ordine pubblico, il cui scopo è di evitare che l'istituto del subcontratto sia utilizzato in maniera impropria.

In genere il committente si riserva la possibilità di controllare i subcontratti, con alcune clausole contrattuali fra cui le più comuni sono il divieto di subappalto integrale o di assegnazione del contratto, oppure il diritto di veto del committente nella scelta dei subcontrattori.

Le condizioni del subcontratto non devono essere in contrasto con quelle del contratto principale; sovente si tende a usare nei subcontratti le così dette *Clausole Passanti*, in base alle quali il subappaltatore ha il diritto al riconoscimento degli stati di avanzamento lavori in proporzione a quanto il committente ha riconosciuto per gli stessi lavori all'appaltatore, e ha diritto al pagamento degli stessi solo se i corrispondenti pagamenti saranno stati eseguiti dal committente, il subappaltatore, pertanto, può non avere diritto al riconoscimento di interessi sui ritardati pagamenti se i corrispondenti interessi non siano stati riconosciuti dal committente all'appaltatore. Allo stesso modo, il subappaltatore ha diritto al riconoscimento di rivendicazioni o riserve solo se esse saranno state riconosciute dal committente all'appaltatore.

Eventuali clausole passanti devono essere ben specificate nei contratti, perché si tratta di clausole improprie che trasformano un subappaltatore nei confronti dell'appaltatore saranno indipendenti dal riconoscimento dei corrispondenti diritti da parte del committente, anche perché diverse possono

essere le clausole dei rispettivi contratti. Inoltre, resta la possibilità di diritti del subappaltatore nei confronti del solo appaltatore.

Per uno schema riassuntivo dell'organizzazione contrattuale di un progetto di ingegneria civile si può fare riferimento alla seguente tabella che specifica tutte le attività del progetto nelle righe dei vari enti che prendono parte al progetto nelle colonne

Fase del ciclo di vita	Appalto	Appalto integrato	Contratto EPCC	Contrante generale	Concessione
Ideazione strategia	Committente	Committente	Committente	Committente	Committente
Investimento					
Autorizzazioni					
Espropri	Committente (appaltatore)	Committente (appaltatore)	Contrattore	Contraente	Concessionario
Ingegneria	Progettista	Appaltatore (esecutivo)			
Logistica	Appaltatore	Appaltatore			
Costruzione					
Avviamento					
Esercizio	Committente	Committente	Committente	Committente	
Manutenzione			Committente contrattore	Committente	
Gestione e controllo progetto					
Gestione e controllo esercizio	Proprietario gestore	Proprietario gestore	Committente	Committente	

3.2 CLASSIFICAZIONE DEI CONTRATTI DI INGEGNERIA CIVILE

I contratti di costruzione vengono classificati, secondo l'oggetto del contratto:

- Contratti epc o epcc, che prevedono l'affidamento a un contratto tra appaltatore di tutte le fasi relative alla costruzione del manufatto oggetto del contratto stesso, cioè l'ingegneria (E engineering), l'approvvigionamento dei materiali e delle componenti e l'intera logistica (P procurement) e, infine, la costruzione (C construction) ed eventualmente l'avviamento (C commissioning). In questo tipo di contratti, l'appaltatore può essere una società di ingegneria civile, che abbia capacità di ingegneria e di gestione e che affidi a terzi i soli lavori di costruzione e montaggio; un'impresa generale, simile alla precedente ma con maggiori capacità di costruzione diretta; una società specializzata nella sola gestione di progetti complessi che subappalti l'esecuzione degli stessi;
- Contratti ep, tipici del caso industriale, in cui una società d'ingegneria esegue la progettazione e acquista i materiali, mentre l'attività di costruzione o montaggio è affidata a imprese di costruzione e società di montaggio;
- Contratti pc, tipici del caso civile, in cui il progettista o una società di progettazione realizza il progetto e ne verifica la corretta esecuzione, mentre l'impresa di costruzione acquista i materiali necessari e realizza il manufatto.

Il contratto di costruzione nella disciplina italiana ricade sotto la forma dell'appalto e della concessione. Le parti interessate sono la committente, la direzione dei lavori, i contrattori o appaltatori, subcontractori o subappaltatori.

Il committente è l'ente che entra come prima parte nel contratto di costruzione ma non necessariamente è anche il proprietario e l'utilizzatore finale

dell'opera per cui, in realtà, più enti possono interferire.

3.2.1. Composizione di un contratto di costruzione, documenti, loro gerarchia

Un contratto di costruzione può avere diversi livelli di complessità e dettaglio:

- Condizioni generali, in genere unificate da ogni committenza e che fissano le regole di esecuzione del contratto;
- Condizioni particolari, in aggiunta o deroga alle condizioni generali, con prevalenza sulle stesse, in quanto istituite per integrarle o modificarle;
- Capitolati e programmi;
- Disegni e specifiche tecniche;
- Prezziario contrattuale;
- Procedure contrattuali.

Ogni contratto deve specificare, senza possibilità di dubbio e in maniera precisa, almeno i punti seguenti:

- L'oggetto del contratto;
- Le definizioni;
- Le parti interessate al contratto, le loro attribuzioni, poteri e responsabilità, i loro rappresentanti autorizzati e relativi poteri;
- Limiti e possibilità di assegnazione o subcontratto, subcontrattori nominali, consorzi e associazioni temporanee;
- Caratteristiche professionali del personale addetto ai lavori e diritto di rigetto, regole e legislazione applicabile per il lavoro dipendente;
- Fideiussioni, obblighi assicurativi;
- Consegna del sito;
- Procedure di approvazione;
- Data di completamento e programma, strumenti per il controllo del progetto;

-
-
- Penali per il ritardo;
 - Cause di rescissione del contratto e relative modalità;
 - Prezzo;
 - Eventuali esenzioni fiscali, doganali, etc.
 - Variazioni del prezzo;
 - Modalità di pagamento;
 - Consegna;
 - Garanzia;
 - Condizioni per le quali il contratto entri in forza;
 - Legislazione;
 - Foro competente o clausola compromissoria.

3.2.2. Classificazione dei contratti secondo il grado di completamento

Un ulteriore criterio di classificazione è basato sul diverso grado di completamento.

Ad esempio, in una costruzione residenziale il grado di completamento può essere il completamento delle opere edili e degli impianti elettrici e di condizionamento, di cui sia stata verificata la funzionalità, ma senza l'ultima mano di tinteggiatura delle pareti, i corpi illuminati e tutto l'arredo.

Per un edificio alberghiero la situazione è più complessa, le alternative da considerare sono diverse e possono riguardare la tinteggiatura, la fornitura delle attrezzature, gli impianti, arredamento, etc.

3.2.3. Classificazione dei contratti secondo la determinazione del prezzo

Il criterio per la determinazione dei ricavi è stabilito dal contratto, che ricade in una delle seguenti tipologie:

- Contratto a corpo: l'importo contrattuale è fissato in una cifra e invariabile per l'intero corpo dei lavori. Il contratto dovrà anche determinare il criterio con cui dovrà essere calcolato lo stato di avanzamento periodico dei lavori. I contratti a corpo includono un prezzario che, pur non avendo valore per determinare l'importo contrattuale totale, viene utilizzato sia per il calcolo degli avanzamenti che per il calcolo dell'importo relativo a eventuali varianti.
- A misura o a prezzario: l'importo contrattuale è determinato in base alle quantità eseguite per mezzo di un prezzario più o meno dettagliato, che sarà anche utilizzato per la redazione degli stati di avanzamento periodici, il contratto dovrà anche specificare il criterio da utilizzare per le misurazioni, e in particolare se esse dovranno essere eseguite sul campo o in base ai disegni.
- In economia: l'importo contrattuale è determinato in base ai costi sostenuti; normalmente tali contratti determinano, per ogni qualifica professionale, delle tariffe per ogni ora o giornata di prestazione. Si può distinguere il contratto in economia propriamente detto, in cui sono fissate delle tariffe orarie o giornaliere per ogni tipo di risorsa, dal contratto a rimborso, in cui si determinano i costi effettivamente sostenuti in base alle risultanze contabili e vi si aggiunge una quota fissa o percentuale.
- Associativo: si stabilisce un consorzio o associazione in partecipazione fra committente e impresa o imprese appaltatrici e un comune criterio di determinazione dei costi e di calcolo degli imprevisti. Determinato lo stanziamento globale che viene ripartito secondo un criterio di partecipazione determinato, fisso variabile in base a parametri dipendenti dall'effettivo andamento del progetto.

Nel contratto a corpo o con prezzo a corpo il prezzo è fisso e invariabile per una data opera, il rischio imprenditoriale è pertanto tutto a carico dell'appaltatore il quale deve gestirlo. Questo contratto ha senso quando l'appaltatore ha l'effettivo controllo del proprio margine operativo, altrimenti sarebbe caricato di un rischio imprenditoriale che non gli compete. Di fatto, in questo contratto, tutti gli aumenti del costo che possono essere causati da incremento delle quantità o di aumento dei tempi sono, fatti salvi i casi espressamente previsti dalla legge o dal contratto stesso, restano a carico dell'appaltatore, così come vanno a vantaggio dell'appaltatore stesso eventuali diminuzioni dei costi. Questa formula è applicabile quando l'appaltatore è responsabile dell'intero ciclo contrattuale, cioè anche dell'ingegneria, poiché in questo caso la quantità sono da lui stesso determinate nel rispetto del progetto di massima e delle specifiche legali e contrattuali, comunque note all'atto della firma del contratto, oppure quando il progetto sia perfettamente definito, e siano pertanto note le quantità. L'importo del contratto a corpo può essere variato solo per variazione dello scopo del progetto, per sensibili variazioni quantitative imposte dal committente, variazione delle specifiche ai costi indiretti e a eventuali oneri finanziari o valutari.

Nel caso del contratto in economia il prezzo è legato ai costi; il rischio imprenditoriale è quindi totalmente a carico del committente. In Italia è usato solo per varianti o contratti minori e nei contratti di manutenzione, di ingegneria, di gestione e di consulenza.

3.2.4. Clausole di adeguamento e di revisione prezzi

Nei contratti a esecuzione differita può essere importante inserire una clausola che permetta la variazione dell'importo contrattuale per adeguarli a eventuali squilibri non previsti ne prevedibili dell'importo contrattuale per adeguarsi a eventuali squilibri non previsti ne prevedibili all'atto della stipula.

Tale clausola deve prevedere, per essere applicabile, la definizione degli eventi

che ne possano rendere necessaria l'applicazione, la procedura di richiesta di intervento della clausola stessa con una previsione di intervento di uno o più esperti esterni per determinare l'importo a compensazione in caso di mancato accordo, la previsione di ciò che accade in caso di mancato accordo.

In particolare, le clausole di revisione prezzi servono a variare il prezzo in funzione di parametri esterni: la loro applicazione, spesso insufficientemente definita, può dare a luogo a contenzioso.

Si devono specificare in dettaglio nei contratti le formule da usare e come si debbano applicare; in genere esse non tengono conto della variazione delle regioni di scambio e pertanto sono adatte a prolungamenti di breve entità, mentre in caso di grandi ritardi danno luogo a distorsioni.

3.2.5. Pagamento

Le condizioni di pagamento prevedono:

- Un acconto all'entrata in forza del contratto, garantito da una fidejussione bancaria di pari importo che viene ridotta in proporzione agli avanzamenti dei lavori e alle ritenute effettuate; in alternativa, l'acconto può essere erogato alla mobilitazione del sito e in questo caso spesso si evita la richiesta della fidejussione; tale acconto varia in genere dal 5% al 15% dell'importo contrattuale;
- Il pagamento ad avanzamento lavori, con trattenuta pro quota per coprire l'acconto e la garanzia; tale pagamento può avvenire a scadenza fissa al raggiungimento di un minimo importo o al completamento di fasi predefinite della costruzione;
- Una ritenuta a garanzia, che viene rilasciata alla consegna definitiva e che, dopo la consegna preliminare, può in genere essere sostituita da

fideiussione. La ritenuta a garanzia varia di norma dal 5% al 10% dell'importo contrattuale.

L'appaltatore presta inoltre una fideiussione per la buona esecuzione dei lavori di norma variabile dal 5% al 15%.

In sede di stipula del contratto, per quanto concerne il pagamento, oltre alla procedura di pagamento, dovranno essere previste la previsione del mezzo di pagamento, sì da consentire l'individuazione della procedura bancaria relativa, la valuta in cui il pagamento dovrà essere effettuati, eventuali clausole di adeguamento valutario, una clausola relativa alla determinazione degli stessi interessi in caso di ritardo del pagamento, con eventuali riserve sulla proprietà del manufatto o istituzione di altre garanzie.

Riguardo ai mezzi di pagamento i più comuni sono.

- Regolamento diretto
- Regolamento bancario
- Regolamento postale
- Regolamento per compensazione.

3.3. OPERAZIONI CONTRATTUALI FONDAMENTALI

Le operazioni fondamentali di cui il Project Manager, deve garantire la corretta esecuzione sono:

- Negoziazione precontrattuale: non è sempre presente, è del tutto assente nelle opere pubbliche, il cui capitolato è stabilito per legge e le cui condizioni non possono pertanto essere negoziate; allo stesso modo si comportano talora i grandi committenti, che tendono a proporre capitolati predefiniti, in cui tuttavia esiste sempre qualche possibilità di negoziazione. La negoziazione precontrattuale è

compito del Project Manager, e deve avere lo scopo di definire tutte e clausole, stabilendone anche i criteri di corretta interpretazione e tentando di chiarire in anticipo ogni possibile dubbio. Una volta stipulato il contratto, è bene che nella sua stesura definitiva sia scritto che essa regola tutti i rapporti fra le parti e che tutti i documenti precedenti non hanno più valore alcuno, al fine di evitare continui richiami a documenti precontrattuali che renderebbero difficoltosa la corretta gestione del contratto. In fase di negoziazione, talora già all'atto della prima presentazione dell'offerta, l'appaltatore deve prestare una fideiussione di norma variabile dallo 0,50% al 3% dell'importo contrattuale, il cui scopo è garantire che l'appaltatore non si ritiri qualora risulti aggiudicatario del contratto, vanificando così la procedura di gara o di selezione; questa garanzia viene restituita in caso di mancata aggiudicazione o, in caso di aggiudicazione, all'atto della prestazione della garanzia di buona esecuzione

- Atti necessari perché il contratto entri in forza: una volta firmato il contratto, è necessario che gli atti necessari perché il contratto entri in forza sono specificati dal contratto stesso e che possono essere da parte dell'appaltatore la prestazione delle garanzie contrattualmente richieste; da parte del committente è normalmente richiesta come condizione di validità del contratto la consegna del sito, mentre talora sono citate condizioni finanziarie, come l'apertura delle lettere di credito.
- Consegna del sito: è l'atto formale con cui il committente dà la disponibilità del sito di lavoro, dopo aver provveduto a ottenere le licenze di sua competenza; l'appaltatore deve verificare la rispondenza del sito al contratto, con particolare attenzione nel caso di cambiamento di sito. All'atto della consegna del sito è opportuno

verificare anche l'esistenza e la regolarità delle autorizzazioni e delle procedure di sicurezza; la consegna del sito è un'operazione contrattuale fondamentale, che deve essere eseguita a cura del Project Manager.

- Approvazione del Progetto: approvazione da parte del committente; è importante che il contratto specifichi i tempi di presentazione e di approvazione.
- Stati di avanzamento periodici e dati quantitativi di controllo di progetto: il contratto deve prevedere, tramite un'allegata specifica, quali siano le richieste della committente per poter eseguire il controllo di progetto e la determinazione dell'avanzamento periodico.
- Registrazione dell'andamento dei lavori: l'andamento dei lavori deve essere registrato nel maggior dettaglio possibile con una serie di documenti condivisi fra committente e appaltatore. In passato si usavano il giornale dei lavori o i verbali delle riunioni periodiche di avanzamento; oggi esistono soluzioni informatizzate che danno lo stesso risultato, con la possibilità di recuperare facilmente le informazioni. Il contratto dovrebbe prevedere la forma che devono assumere i vari documenti e chi sia autorizzato a firmarli. Una particolare attenzione merita la corrispondenza contrattuale a tutti i livelli, è compito del Project Manager garantire che ogni responsabile di area, funzione o settore curi la corrispondenza di sua competenza.
- Richieste di importi aggiuntivi per varianti o danni: devono seguire la procedura contrattualmente prevista.
- Consegna preliminare: alla fine dei lavori, il manufatto completato viene consegnato al committente che può utilizzarlo, restando a carico dell'appaltatore l'obbligo di garanzia; qualora il manufatto sia

completato al punto da poter essere utilizzato, ma manchino alcune finiture di dettaglio, vale il concetto di sostanziale completamento che si applica anche in caso di occupazione da parte del committente.

- Consegna definitiva: alla fine del periodo di garanzia, l'appaltatore consegna tutti i disegni ed è libero da qualsiasi responsabilità, fatta salva la responsabilità decennale per le strutture e il danno ambientale.

CAPITOLO IV

PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE

Un sistema di programmazione e controllo di progetto deve essere operante in qualsivoglia tipo di organizzazione di progetto, sia che si abbia solo general contractor sia che ci si trovi con una struttura contrattuale più complessa.

Il committente ha interesse a definire e a rendere operativo un sistema di controllo di progetto unificato, utilizzato da tutte le parti che cooperano al progetto, e i cui criteri operativi e metodologie siano stabiliti dalle specifiche contrattuali e costituiscano pertanto obbligo contrattuale e non facoltà. Ciò che può essere fatto direttamente, tramite un managing contractor, o delegando l'intera attività all'eventuale general contractor.

Anche la pianificazione e la programmazione sono un processo iterativo che parte da una pianificazione e da un programma di massima in fase strategica per evolversi verso maggiori livelli di dettaglio.

4.1. REGIME STOCASTICO E REGIME DETERMINISTICO

La distinzione tra Regime Stocastico e Regime Deterministico è fondamentale in pianificazione e programmazione, in particolare la pianificazione è tipica del regime stocastico mentre la programmazione è tipica del regime

deterministico. Infatti in un progetto si può distinguere una fase di ideazione del progetto, che comprende la progettazione del processo e la progettazione di massima o, meglio, la progettazione generale, che nel caso civile si identifica con la progettazione architettonica, e una fase deterministica in cui si redige un progetto esecutivo.

4.2 DEFINIZIONE DI PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE

In generale la Pianificazione è intesa come la creazione di un modello di gestione di un dato progetto per poterlo realizzare in modo congruente con gli obiettivi stabiliti mentre la Programmazione è intesa come l'attività volta ad ottimizzare le fasi di realizzazione attraverso il controllo dei tempi, dei costi e della qualità.

Nei casi pratici si intende per Pianificazione il complesso di metodi e di ricerca operativa atti ad assistere l'imprenditore nella fase strategica, quella in cui decide cosa deve essere fatto mentre per Programmazione si intende il complesso di metodi e di ricerca operativa atti ad assistere la direzione generale e la direzione dei singoli progetti nella fase operativa, quella in cui si decide come fare ciò che è stato deciso di fare.

Si parlerà di pianificazione ancora in fase imprenditoriale, in cui si decidono le caratteristiche del progetto e si confrontano progetti alternativi e si può sempre stabilire di cancellare il progetto; si parlerà di programmazione, allorché il progetto è stato deciso e definito a vari livelli di dettaglio. La pianificazione è svolta principalmente dalla committente, con l'eventuale supporto di società o consulenti specializzati.

Esistono molte metodologie e strumenti di ricerca operativa che possono essere usati in fase di pianificazione. Per progetti di media dimensione ci si limita a un'attività di pianificazione sommaria, senza un effettivo intervento delle tecniche di gestione più avanzate e dei pur noti strumenti della ricerca operativa.

4.3. PIANIFICAZIONE

Esistono progetti di tale dimensione, e in particolar modo di tale durata temporale, che non è più possibile considerare netta la divisione fra regime stocastico e regime deterministico, identificandola con la firma del contratto. In questi casi, anche durante l'esecuzione del progetto, si presentano problemi strategici, alternative fra cui decidere e altri aspetti che riguardano la pianificazione e non la programmazione. Si citano alcuni esempi come le operazioni a elevato grado di incertezza, come le operazioni militari, i progetti di durata temporale molto lunga, come alcuni progetti nel campo delle telecomunicazioni, i progetti d'investimento analizzati nella loro globalità, quando non si faccia più solo riferimento alla costruzione del progetto, ma a tutta la vita utile fino alla finale dismissione e riutilizzo dell'area.

4.3.1. Definizione di strategia e tattica

L'attività di pianificazione si rende necessaria ogni volta che c'è da affrontare un problema complesso, che dovrà essere strutturato in funzione delle decisioni da prendere per giungere alla soluzione.

Anche il processo volitivo è strutturato su due livelli fondamentali:

- Livello strategico, in regime stocastico, corrispondente ai processi aziendali di livello imprenditoriale, e identificato in un ciclo temporale, detto a lungo termine, superiore al ciclo di rinnovo degli investimenti;
- Livello tattico o operativo, in regime deterministico, corrispondente ai processi di vario livello della gerarchia esecutiva a partire dalla direzione generale, e identificato in un ciclo temporale inferiore al ciclo di rinnovo degli investimenti.

La distinzione fra livello strategico e livello tattico ha valenza concettuale, mentre l'ulteriore distinzione del livello tattico in due o più sottolivelli ha esclusivamente valenza operativa.

Ad esempio, per i contratti si potranno distinguere la gestione ordinaria del contratto (atti di gestione senza poteri di modifica delle clausole contrattuali, consegna dei lavori e del sito, avanzamenti mensili, corrispondenza contrattuale, consegna preliminare e finale) e la gestione straordinaria.

Per maggior chiarezza, si fa riferimento a un progetto di ingegneria e costruzione. Sono parte della pianificazione la determinazione degli obiettivi del progetto, l'identificazione delle attività che devono essere eseguite e dei metodi e delle risorse necessarie, l'assegnazione delle responsabilità, la determinazione del reticolo vincolare e la definizione di un piano, cioè di un percorso predefinito di azioni da intraprendere in un periodo di tempo determinato per raggiungere l'obiettivo.

In base ad alcune interviste svolte sul campo gli elementi che ricorrono con maggiore frequenza possono essere sintetizzati nel seguente ordine:

- Stabilire obiettivi del progetto raggiungibili e quantificabili in termini di durata delle attività, costi e risorse;
 - Fornire una schedulazione delle attività che permetta di soddisfare le deadline (a volte definite dal committente), impiegando le risorse disponibili;
 - Identificare aree di responsabilità per i pacchetti di lavoro presenti nella WBS;
 - Fornire una lista completa delle attività con eventi di interfaccia e punti intermedi di controllo;
-

- Ridurre la durata totale di un progetto grazie a una migliore sovrapposizione delle attività dove risulta necessario;
- Fornire uno strumento di comunicazione a coloro che partecipano al progetto;
- Facilitare la valutazione degli stati avanzamento del progetto;
- Ridurre il rischio di incertezza del progetto identificando eventi, attività e sequenze che condizionano il completamento del progetto;
- Includere durate, costi e risorse nei vincoli contrattuali;
- Fornire le basi per un'analisi costi-benefici o una valutazione del ritorno del progetto;
- Sviluppare il sistema di contabilità del progetto;
- Identificare “parti” di un progetto che risultano ripetitive e possono essere impiegate in altri progetti;
- Fornire reporting formalizzato.

4.3.2. Gli Steps per la pianificazione operativa

I passi fondamentali risultano essere:

1. Definire gli obiettivi di progetto rispetto ai tempi, costi e risorse;
 2. Sviluppare la Work Breakdown Structure (WBS) per definire lo scopo del progetto e una descrizione completa delle attività;
 3. Attribuire le responsabilità;
 4. Stimare le attività in termini di durate, risorse, richieste e costi;
 5. Determinare le sequenze fra le attività e rappresentare il reticolo del progetto;
-

6. Definire il calendario di progetto;
7. Applicare il *Critical Path Method* (CPM) per definire: date minime di inizio e fine, date massime di inizio e di fine, scorrimenti delle attività e percorsi critici;
8. Costruire il diagramma di Gantt o cronoprogramma;
9. Analizzare il carico delle risorse rispetto ai fabbisogni e alle risorse disponibili
10. Integrare risorse e durate per definire il carico di risorse per unità di tempo e pianificare e controllarne la produttività;
11. Sviluppare budget per attività o per pacchetto di lavoro WBS;
12. Generare report relativi ai costi e ai flussi finanziari di progetto;
13. Integrare costi, risorse e tempi per produrre la curva cumulata dei costi (curva a S).

4.3.3. Pianificazione dei Tempi

Si afferma che una buona WBS è un'ottima premessa per una schedulazione di progetto efficace ed efficiente. Da una ricerca condotta su aziende che adottano strumenti per la gestione per progetti, la WBS risulta infatti fra gli strumenti operativi maggiormente utilizzati per la pianificazione, dopo il diagramma di Gantt.

La definizione si sviluppa tramite la scomposizione del progetto in sottosistemi sempre più piccoli fino all'individuazione di pacchetti di attività sufficientemente significativi, ossia chiaramente identificabili e quantificabili. Queste due caratteristiche implicano la programmabilità e la controllabilità di tali componenti, oltre la possibilità di assegnare loro attività, tempi e risorse ben definiti. Scopo della WBS è identificare e collocare all'ultimo livello gerarchico pacchetti di

lavoro chiaramente gestibili e attribuibili ad un unico responsabile, affinché possano essere pianificati, schedati , budgettati, controllati e infine valutati.

Sviluppare una WBS significa operare scelte opportune in relazione agli obiettivi di rappresentazione perseguiti, caratterizzati dagli elementi seguenti:

- **Struttura:** la struttura è gerarchica, graficamente si presenta come una struttura ad albero dove ciascun livello discendente rappresenta porzioni sempre più piccole del progetto, le cui definizioni, via via sempre più dettagliate, sono spinte fino al livello di disaggregazione necessario per un pianificazione e controllo adeguati a cogliere gli obiettivi del progetto. Gli elementi previsti nel livello n dipendono da quelli del livello n-1 e ne rappresentano la loro disaggregazione, attuata in base al criterio di scomposizione prescelto. I blocchi dai quali dipendono altri blocchi prendono il nome di blocchi *summary*¹.
- **Logiche di scomposizione:** a seconda degli obiettivi seguiti nell'attribuzione delle responsabilità, le logiche secondo le quali suddividere un progetto risultano molto diverse. Definire una casistica completa non è possibile. Per essere efficace una WBS dovrebbe contenere tutte le voci in cui sono definiti prodotti consegnabili, nonché le attività principali che devono essere svolte per definire, progettare, realizzare, assemblare, testare e consegnare le suddette voci consegnabili. Una prima modalità di procedere è rappresentata dalla logica “per obiettivi” che consiste nell’indicare nel primo sottolivello gli obiettivi del progetto e sotto questi, i blocchi delle attività da svolgere per tali obiettivi. Al termine della stesura della WBS si dovrebbero definire gli obiettivi da assegnare ai responsabili dei blocchi, ed evidenziare come saranno valutate le performance relative.

¹ Tratto da “Organizzare e gestire progetti. Competenze per il project management”.

Un'altra tipologia è quella dei "processi di lavoro" . in questo caso, il progetto viene disaggregato in base ai processi che dovranno essere posti in atto per la realizzazione dei prodotti finali. La struttura colloca i macroprocessi in capo alla gerarchia, e nei livelli sottostanti si troveranno i blocchi di attività che caratterizzano tali processi di lavoro. Un'altra logica è quella "per fase"; in questo caso la WBS presenta in capo alla gerarchia le fasi, e nei livelli successivi i blocchi inerenti alle attività da svolgere nelle singole fasi. Esistono numerose tipologia di scomposizione di progetti ma tuttavia occorre seguire alcuni criteri di carattere generale che valgono per tutte le logiche proposte. Dal punto di vista metodologico è opportuno che la logica seguita nel processo di disaggregazione per ogni livello sia chiara ed esplicita. Definire a priori quale criterio di scomposizione implementare non è immediato; nella realtà operativa si procede generalmente con un approccio che considera una gamma di scomposizioni e di gerarchie differenti, per poi giungere a quella desiderata. Il criterio prescelto è normalmente funzione di due fattori principale: il ruolo assegnato alla WBS nel processo di pianificazione e il sistema di controllo previsto.

- Descrizione dei blocchi e delle attività: ciascun elemento deve essere identificato da una descrizione che deve essere concisa, chiara e priva di ambiguità.
- Numero di livelli e livello di dettaglio: la suddivisione per livello riducendo l'ampiezza e complessità fino a quando non si raggiunge una rappresentazione che descrive in modo adeguato e inequivocabile le voci finali. L'ultimo livello definisce i pacchetti di lavoro dove si hanno le unità elementari al cui livello il lavoro viene effettivamente svolto. Le sue caratteristiche risultano essere una netta distinzione da ogni altro pacchetto di lavoro, deve essere programmabile in termini di costi e risorse, è assegnabile a un solo responsabile e la sua durata è limitata a periodi brevi

oppure è suddivisa in unità temporali discrete per facilitare il controllo del lavoro svolto.

- Modalità di aggregazione: la struttura ad albero aggrega poi le informazioni a partire dal basso procedendo verso l'alto, rispettando le dipendenze gerarchiche. Ciò significa che i dati relativi ai tempi, ai costi e alle risorse rappresentati al livello superiore sono l'aggregazione logica dei rispettivi valori riportati nei livelli dipendenti sottostanti. Si possono pertanto costruire modelli diversi, aggregando per responsabile, gruppi di obiettivi, processi di lavoro, estraendo le informazioni in base ai codici dei singoli blocchi e seguendo le logiche di disaggregazione prescelte per la costruzione della WBS.

L'obiettivo della WBS è individuare pacchetti di lavoro a responsabilità globale in cui risultino chiaramente definiti gli obiettivi e i vincoli delle attività, il processo insito nel progetto e infine la qualità delle prestazioni. Per ogni pacchetto di lavoro dovranno essere esplicitati la descrizione del lavoro da svolgere, il responsabile, tempi presunti, costi da sostenere e, a volte, le risorse da impiegare, input richiesti da altri pacchetti di lavoro, riferimenti a specifiche condizioni contrattuali, risultati da ottenere. Tramite la definizione degli input richiesti da altri pacchetti di lavoro si individuano le attività di interfaccia fra i diversi blocchi di WBS, cioè quelle attività che, all'interno della struttura, forniscono informazioni. Per il Project Manager il monitoraggio di queste attività devono essere attentamente valutate ai fini dell'attribuzione delle responsabilità sugli avanzamenti dei lavori.

Da quanto esposto risulta evidente che chi sviluppa una WBS acquisisce una profonda conoscenza del progetto, sia dal punto di vista dei contenuti tecnici, che delle metodologie e dei processi di lavoro che verranno impiegati nella sua realizzazione. Senza WBS risulterebbe complesso individuare tutte le interfacce e poi gestirle correttamente. La WBS con la relativa assegnazione dei responsabili diventa di fatto lo strumento principe dal quale si procede per la definizione dei

tempi, dei costi e delle risorse, così come il punto di partenza per l'impostazione dell'intero sistema di controllo del progetto.

4.3.3.1. I reticoli come rappresentazione delle sequenze delle attività

Il reticolo di progetto è una rappresentazione grafica che illustra la sequenza temporale di tutte le attività che devono essere svolte affinché il progetto venga completato.

La WBS costituisce il legame logico per l'applicazione delle tecniche reticolari, in quanto queste ultime richiedono, per poter essere implementate, la lista completa delle attività del progetto che, come già stato sottolineato, può essere ricavata direttamente dai pacchetti di lavoro. Ogni pacchetto può quindi essere impiegato per fornire l'elenco delle attività del progetto che sono dotate di descrizione.

Obiettivo di una tecnica reticolare è in primo luogo quello di definire il piano delle attività nel rispetto delle scadenze fissate, usando le risorse disponibili e, successivamente, quello di seguire e controllare l'avanzamento del progetto.

Prima di applicare il CPM, si deve procedere alla costruzione del reticolo: occorre elencare tutte le attività previste per la realizzazione del progetto, stimare la loro durata e infine definire i vincoli di precedenza e di successione.

Ogni attività rappresenta un lavoro, un'operazione, un compito che deve essere completato perché il progetto raggiunga il suo obiettivo. In un diagramma di precedenza, o in un reticolo, ciascuna attività è dotata di una descrizione che ne indica il contenuto. È opportuno che la descrizione sia chiara, priva di ambiguità interpretative e soprattutto breve in modo da non essere troncata in fase di reporting.

Dopo aver identificato le attività del progetto, si definiscono quali sono i vincoli logici e temporali, cioè i legami che rappresentano le dipendenze sequenziali che sussistono fra le diverse attività. Graficamente il legame viene rappresentato da

frecce che vanno dal lato destro del simbolo che rappresenta l'attività in esame al lato sinistro del simbolo corrispondente all'attività successiva. Disegnare un reticolo di dieci o venti attività è estremamente facile, ma quando le attività sono più numerose la costruzione del reticolo in modalità manuale non è affatto banale per non dire difficile da gestire.

Per consentire una gestione automatica della costruzione del reticolo le informazioni relative alle sequenze vengono inserite negli strumenti di schedulazione in modalità tabellare. Se una sequenza non presenta ulteriori specifiche ciò implica che tutte le attività precedenti devono essere terminate perché l'attività successiva possa iniziare. Tale vincolo di sequenza è definito con l'acronimo FS (Finish to Start) e implica sequenze "in serie" che non consentono di avere parallelismi fra attività che sono fra loro sequenziali. Il vincolo di sequenza risultano essere:

1. Finish to Start (FS)
2. Start to Finish (SF)
3. Start to Start (SS)
4. Finish to Finish (FF).

Il vincolo Finish to Start è il più comune e il più utilizzato nella prassi. È infatti un vincolo conservativo o di prima simulazione, in quanto stabilisce la massima distanza fra l'inizio dell'attività precedente e la fine della successiva. Questa relazione può essere ulteriormente raffinata imponendo che vi sia intervallo fra le due attività.

Il vincolo Start to Finish prevede che l'attività successiva non possa terminare finché l'altra non è iniziata o, analogamente, che B debba terminare dopo l'inizio di A. Si pensi, ad esempio, che per partecipare a una gara d'appalto occorra consegnare la documentazione tecnica e avviare la richiesta di approvazione al Ministero competente. L'attività "iscrizione alla gara" si considera terminata ed è quindi ritenuta valida quando è stata avviata "l'approvazione al Ministero".

Il vincolo Start to Start stabilisce un legame fra le date di inizio di due attività e stabilisce che l'attività successiva non possa iniziare se quella precedente non è cominciata. In questo caso la data di inizio della successiva è condizionata dalla data di inizio della precedente. Questo tipo di vincolo fornisce una modalità di compressione dei tempi del progetto sovrapponendo le attività che si muovono in parallelo in tutto o in parte.

L'ultimo vincolo di sequenza è rappresentato dal vincolo Finish to Finish che interrela le date di fine di due attività. In questo caso l'attività successiva non è terminata fino a quando non è terminata anche la precedente. È tipico il caso di due processi di lavoro tra loro logicamente dipendenti, ad esempio le fasi di fabbricazione e intonacatura. Ciò vuol dire che l'attività di intonacatura può considerarsi terminata dopo che la fabbricazione è stata ultimata, a sua volta, da 6 giorni. Questo vincolo viene spesso impiegato anche in attività dove la fine è sancita dalla presenza di firme relative ad un'approvazione; in questo caso il vincolo FF indica che l'attività successiva nel momento della firma dipende dalla firma dell'attività precedente.

Fino a questo momento si è ragionato solo sulle sequenze e sui legami logici delle attività, prescindendo dal tempo. Dopo aver definito i vincoli di precedenza e aver confermato le definizioni delle attività, occorre stimare la loro durata ed infine inserire il calendario di progetto.

L'unità di misura prescelta per definire le durate delle attività può essere di qualsiasi natura: dipende dal tipo di progetto o dalla singola fase del progetto che si sta pianificando. Se il progetto prevede una forma di responsabilità legata alle durate, la stima delle durate rappresenta un momento fondamentale per i responsabili dei blocchi della WBS. Le durate inizialmente inserite sono durate stimate; riguardo quest'ultimo aspetto se si tratta di progetti a elevata innovatività, senza alcun precedente, la stima dei tempi non è una questione di facile soluzione. Se da un lato è legata all'esperienza acquisita, dall'altro è comunque soggetta ad un certo rischio.

Se si utilizzano algoritmi di calcolo di tipo deterministico, quali il CPM, il dato relativo alla durata è considerato certo e definito univocamente; se invece si impiegano algoritmi di calcolo di tipo stocastico la durata viene considerata incerta e si deve quindi valutare un intervallo di variazione e una sua funzione di probabilità.

Prima di procedere al calcolo della durata di progetto occorre definire due altri elementi: la *data di inizio e di fine* del progetto e il *calendario standard* di progetto. La prima stabilisce il momento di inizio del progetto, definito, d'ora innanzi, Start del progetto; in base a questa data si procederà poi per i calcoli successivi concernenti i tempi delle attività e la durata complessiva del progetto. Qualora invece la data finale rappresenti un vincolo del progetto, come input si inserisce la data finale e i calcoli successivi forniranno la data di start.

Nel calendario standard vengono invece definiti i giorni lavorativi: si inseriscono quindi i festivi e il numero di ore standard che il giorno lavorativo standard prevede. Potrebbero essere le 8 ore contrattuali o le 10 ore degli studi di libera professione o le 24 ore delle attività che si svolgono su tre turni di lavoro. Ogni volta che, nell'ambito del progetto, si impiegherà l'unità di misura "giorno", la durata, in ore è pari a quella definita del calendario standard².

4.3.3.2. Diagramma di Gantt

Il diagramma di Gantt (da Henry Gantt) definito anche "diagramma a barre schedulato"³, rappresenta lo strumento di reporting grafico che contiene tutte le informazioni relative alla pianificazione dei tempi. È uno strumento immediato ed efficace per la pianificazione operativa in quanto facilmente interpretabile ed esaustivo.

Il diagramma prevede di rappresentare la lista delle attività di progetto in uno schema grafico nel quale sull'asse verticale sono rappresentate le attività e

² Per approfondimenti si veda "Project Management with CPM, PERT and Precedence Diagram"/ Van Nostrand Reinhold"

³ Tratto da "Organizzare e gestire progetti. Competenze per il project management".

sull'asse orizzontale, il tempo, la cui unità di misura è definita dal calendario di progetto o più in generale dalle esigenze di reportistica del Project Manager.

All'interno di questo schema le attività sono rappresentate come barre orizzontali proporzionali alla durata delle attività che, a seconda del loro posizionamento, indicano la data minima di inizio e di fine, o la data massima di inizio e di fine attività.

Il diagramma di Gantt viene spesso impiegato anche quando non vengono considerate le sequenze delle attività. In tali casi, nonostante sia una rappresentazione certamente facile da comprendere e da implementare, occorre rammentare che, senza il supporto o un legame con la schedulazione delle attività, risulta poco preciso e mancante di talune informazioni.

Si possono inserire le date minime di inizio e di fine progetto, come anche le date massime di inizio e di fine in modo da calcolare lo scorrimento totale. Pertanto da questo genere di report tabellare si ricava che se un'attività risulta priva di scorrimento essa è un'attività critica.

Il diagramma rappresenta uno strumento di estrema utilità quando si vogliono evidenziare gli eventi di interfaccia fra diversi blocchi di WBS. Consente infatti di definire quali sono le attività che ricevono input e forniscono output ad altri blocchi. Esso è rappresentato da una banda nera che riassume il comportamento del pacchetto di lavoro, inteso nel suo complesso. Le frecce che attraversano i blocchi rappresentano le sequenze relative ad attività di interfaccia, qualora i blocchi siano attribuiti a due responsabili differenti.

Oltre a rappresentare il report standard per la pianificazione e schedulazione di progetto, il diagramma di Gantt viene impiegato per monitorare e valutare lo stato di avanzamento del progetto in relazione ai tempi delle attività. Inseriti i dati in merito all'avanzamento realizzato, sul diagramma viene rappresentata, per ogni attività per la quale si è effettivamente svolta una quota parte del lavoro, una nuova barra, oppure viene annerita quella corrispondente al lavoro effettuato, che

indica l'avanzamento dell'attività. Alla data di controllo, definita normalmente da una linea verticale tratteggiata, il confronto fra le due barre consente di effettuare un confronto immediato fra il lavoro pianificato e quello effettivo, e di valutare gli eventuali ritardi e gli eventuali anticipi delle attività. Si possono verificare i seguenti casi:

- Opzione 1: il lavoro è stato completamente svolto rispetto al pianificato;
- Opzione 2: il lavoro è stato svolto in percentuale minore rispetto al pianificato a parità di date schedate;
- Opzione 3: il lavoro è stato svolto in misura minore rispetto al pianificato per uno slittamento della data minima di inizio;
- Opzione 4: il lavoro è stato svolto in percentuale maggiore rispetto al pianificato e si anticipa la data di fine;
- Opzione 5: il lavoro è stato svolto in misura maggiore rispetto al pianificato perché la data minima di inizio è stata anticipata.

La rappresentazione tramite il Gantt consente di leggere in modo chiaro ed esaustivo lo stato di tutte le attività del progetto e, tramite le attività della WBS, di individuare i responsabili per concordare azioni di recupero o di rischedulare le attività. Questo tipo di reporting sugli avanzamenti delle attività è senza dubbio assai immediato e facile da assimilare.

4.3.4. Pianificazione delle Risorse

Nella maggior parte dei casi, non solo le risorse sono limitate, ma sono condivise con altri progetti. Quando si è in presenza di risorse limitate, il legame fra tempi e risorse diviene fondamentale; le date schedate debbono infatti essere valutate sia in relazione al raggiungimento delle milestone di progetto, sia in termini del “come” e del “quando” utilizzare le risorse con disponibilità limitata. In numerosi casi il tempo stesso rappresenta una risorsa scarsa del

progetto. La schedulazione risulta quindi strettamente collegata alla pianificazione delle risorse nel piano operativo di progetto: come programmare le risorse richieste dalle attività, come definire e stimare la relativa disponibilità ed, infine, come bilanciare e ottimizzare l'impiego di risorse disponibili. Quando in un progetto si definiscono, si selezionano e si programmano le risorse coinvolte si fa riferimento alle tipologie più disparate: come ad esempio risorse umane, risorse materiali, informative. Il primo passo consiste nella stima e nella previsione dell'impiego delle risorse e, talvolta, anche nella loro identificazione puntuale.

Chi effettua e/o fornisce tale stima traduce lo scopo dell'attività in unità misurabili: si avranno ore-uomo per le varie tipologie di servizi tecnici e professionali, ore-macchina, ore di elaborazione dei dati, ore di ingegneria, tonnellate per unità di tempo e così via.

L'unità di misura scelta per la definizione del carico delle risorse varierà a seconda del task, del progetto e della flessibilità della risorsa. Integrare tempi e risorse non è immediato.

Se si volessero individuare gli estremi della relazione che esiste fra impiego dell'unità "tempo" e impiego dell'unità "risorsa", si potrebbe fare riferimento alle seguenti situazioni:

- Situazione *time-limited*: il progetto deve essere completato entro una determinata scadenza: il tempo di fine progetto non può essere allungato. In questo caso ogni sovrassegnazione di risorsa deve essere soddisfatta, incrementando la disponibilità ogni volta che viene richiesto. La variabile critica è dunque data dal tempo. Situazioni *time-limited* si verificano quando al progetto sono imputabili elevate penali in caso di ritardo, quando si deve rispettare la stagionalità del mercato, quando il progetto fa parte di un altro progetto più ampio nel quale le date di integrazione fra i due sono obbligate;

- Situazione *resource-limited* il progetto deve essere terminato al più presto possibile nel rispetto dei vincoli imposti dalle risorse, che non possono essere rimossi. La variabile critica è questa volta rappresentata dalla risorsa. Questa situazione si può verificare quando esistono apparecchiature in un numero ridotto, quando le norme di sicurezza possono governare il numero di presenze in un'area definita, quando vi sono ritardi nelle informazioni in merito a disegni e specifiche.

Le situazioni intermedie fra quelle sopra descritte rappresentano, nella sostanza, il trade-off fra tempo e risorse, e le loro coordinate sono date dalle risorse associate ai tempi di completamento delle attività. È ovvio che i due estremi citati non esauriscono le scelte di assegnazione; a queste bisogna in seguito associare anche i costi relativi.

A seconda del numero di persone dedicate all'attività, il tempo di completamento dell'attività può variare con il medesimo impegno di risorsa in termini di ore-uomo; le attività per le quali si verifica questa situazione vengono definite *resource-driven*. Se invece si manifestasse una situazione in cui il tempo impiegato per svolgere l'attività è fisso a causa di tempi tecnici inderogabili a prescindere dal numero di risorse, l'impiego della risorsa è determinato dai tempi.

L'incidenza delle risorse, vale a dire il numero di risorse attribuite all'attività, non ha alcun effetto in termini di riduzione dei tempi di completamento e determina, invece, un incremento di costo. Le attività per le quali si verifica la situazione suddetta vengono definite *time-driven*.

Si può inoltre affermare che, se prima si definiscono tempi e costi, e in seconda battuta le risorse, queste ultime risultano di fatto già vincolate, in quanto nel processo di stima ci si limita a prevedere quante risorse sono necessarie per svolgere l'attività nei tempi e nei costi concordati. Tuttavia, se le risorse non sono di fatto limitate, la stima potrebbe essere influenzata dal fatto che, ad esempio, non esista la disponibilità fisica per poter impiegare tutte le risorse stimate

necessarie o che non sia materialmente possibile svolgere il lavoro perché le norme di sicurezza non consentono sovraccarichi di risorsa, o che l'effettiva produttività delle risorse non sia proporzionale alle risorse impiegate, ma dipenda dall'esistenza di un controllo impossibile da esercitare su un numero elevato di risorse.

Una volta stimata la quantità di risorsa necessaria per svolgere le singole attività nei tempi richiesti, si valuta qual è l'impiego totale della risorsa considerata per unità-tempo all'interno del progetto. Il cosiddetto "carico risorsa" è la quantità di risorsa che la schedulazione richiede in un definito intervallo di tempo. L'impiego totale di ogni risorsa è funzione del tempo e, come tale, può essere calcolato facendo riferimento alle tecniche reticolari.

Per valutare l'intensità di utilizzo di ogni risorsa per unità di tempo dopo aver sviluppato un'analisi CPM, cioè una schedulazione dei tempi e degli scorrimenti del progetto, l'informazione relativa alle risorse viene associata a ogni singola attività e il timing della risorsa è direttamente collegato alle ipotesi inserite in merito ai tempi schedulati dell'attività.

Le specifiche richieste per l'inserimento delle informazioni relative alle risorse possono essere così sintetizzate; per ogni descrizione di attività si definiscono:

- Descrizione della risorsa: rappresenta l'identificazione della risorsa;
 - Intensità massima di utilizzo sul progetto: rappresenta la modalità di impiego della risorsa sull'unità di tempo definita nel calendario standard di progetto.
 - Impiego sull'attività: rappresenta la quantità di risorsa impiegata sull'attività per unità di tempo.
-

- Durata della risorsa: indica quanto tempo la risorsa è impiegata sull'attività; quest'ultima può essere ovviamente minore o uguale alla durata complessiva dell'attività, ma non può mai risultare maggiore.
- Lead time: misura la differenza fra la data schedulata di inizio attività e la data di inizio di impiego della risorsa.

4.4. PROGRAMMAZIONE

Lo scopo principale di un sistema di programmazione e controllo di progetto è la gestione dei tempi di realizzazione del progetto e dei relativi carichi di lavoro, sia inizialmente, anche quando viene steso il piano preliminare del progetto, che successivamente, quando viene emessa la programmazione di dettaglio e poi, durante l'esecuzione del lavoro.

A intervalli fissi di tempo, i lavori eseguiti sono paragonati con i lavori programmati per verificare circa le cause del ritardo stesso e proporre azioni correttive. Un'immediata applicazione sta nella gestione economica e finanziaria del progetto stesso.

Condizione preliminare, necessaria anche se non sufficiente, per l'istituzione e la gestione di un adeguato sistema di programmazione e controllo, è che tutti i dati occorrenti, e precisamente che ci sia un programma e avanzamento dell'ingegneria, programma e avanzamento dell'approvvigionamento e logistica, materiale di cantiere, fattibilità e programma e avanzamento della costruzione. Questi dati dovranno essere raccolti, classificati in maniera congruente con la WBS e analizzati per tutta la durata del progetto, con un metodo prestabilito accettato con vincolo contrattuale da tutte le parti attive nel progetto stesso, questo scopo potrà essere conseguito solo se le procedure di programmazione e controllo di progetto saranno state fissate e definite in un'apposita clausola inserita in tutti i contratti di approvvigionamento, ingegneria e costruzione.

Sarà necessario definire, pertanto:

- Un sistema di calcolo dei carichi di lavoro complessivi, in ore lavorative normalizzate, a partire dai computi metrici, per mezzo di una base di dati opportunamente programmata, i cui dati sono ottenuti e aggiornati con metodologie statistiche; nel caso di progetti in cui sia determinante l'apporto di singole attrezzature di elevato valore, devono essere messi a punto metodi particolari;
- La messa a punto di un sistema di composizione delle attività fondamentali atto a calcolare il carico lavoro complessivo, il carico di lavoro corrispondente ai lavori eseguiti e, pertanto, l'avanzamento fisico dei lavori stessi.

In una fase successiva saranno definiti i criteri per un programma globale di costruzione il quale permetta, per ogni centro di gestione e per il progetto nella sua globalità:

1. La programmazione degli avanzamenti con l'utilizzazione di diverse curve di distribuzione dei carichi di lavoro;
2. Il confronto del programmato con l'eseguito;
3. La rilevazione delle ore effettive e il loro confronto con le ore normalizzate e preventivate;
4. L'analisi dei tempi, utilizzando un reticolo logico opportunamente scelto;
5. Il controllo economico e finanziario.

È necessario un periodico flusso di informazioni che risalgono dalla programmazione alla pianificazione, in modo che quest'ultima possa essere messa in condizione, tramite un processo noto come retroazione (feedback) di adeguarsi all'evoluzione della realtà. La necessità di adeguare la pianificazione dovrebbe

essere evento eccezionale e non ripetibile; se ne deve, tuttavia, avere sempre presente la possibilità.

4.4.1. Programmazione dei Tempi e dei Costi

Gli steps da effettuare sono i seguenti:

1. Anzitutto occorre definire lo schema di struttura del progetto (WBS O ABS).
2. Successivamente si realizza il computo metrico con differenti modalità secondo lo scopo che si vuole ottenere.
3. Il reticolo di programmazione deve essere eseguito agli opportuni livelli della WBS, a seconda dei progetti.
4. L'analisi dei tempi può essere eseguita per ogni livello della WBS. Il reticolo delle attività viene disegnato in base alle sequenze di lavoro; i tempi di ogni attività sono inizialmente ipotizzati in base all'esperienza e al buon senso, tenendo conto delle potenziali risorse e dell'organizzazione di progetto.
5. Una volta noti i computi metrici è possibile calcolare i carichi di lavoro di riferimento in ore normali e i carichi di lavoro stimati.
6. Noti i carichi di lavoro, si potranno calcolare le risorse necessarie e si potrà eseguirne la distribuzione con uno dei tanti metodi disponibili e analizzare i relativi istogrammi e le curve di avanzamento. Occorre tenere presente che esiste un limite massimo alle risorse disponibili, è auspicabile un impegno delle risorse variabile con continuità, esistono limiti e vincoli temporali di progetto, si può operare solo spostando le date di attività non critiche e variando la curva di carico delle singole attività.
7. I risultati sintetici saranno contenuti nei seguenti documenti:
 - programma generale dei lavori, sotto forma di cronoprogramma o diagramma di Gantt, aggregato ai livelli di WBS richiesti dal progetto e, per i fini di controllo interno, aggregato ai livelli di disciplina aggregata, disciplina funzionale e macroattività;

- diagramma di avanzamento mensile, sotto forma di istogramma, e progressivo sotto forma di curva a S, con gli stessi livelli di aggregazione descritti precedentemente, tali diagrammi potranno essere redatti utilizzando i carichi di lavoro oppure gli avanzamenti percentuali.
8. La programmazione dei ricavi potrà essere fatta a livello globale di progetto oppure a livello di disciplina aggregata, calcolando per ogni mese il ricavo programmato come prodotto dell'importo contrattuale globale o della disciplina aggregata per l'avanzamento percentuale previsto per il mese stesso sul programma globale oppure nella disciplina aggregata considerata: $\text{ricavo programmato} = \text{ricavo totale} * \text{avanzamento programmato}$. Si procederà anche al calcolo delle curve dei ricavi progressivi per il progetto globale e le discipline aggregate; si dovrà inoltre tenere conto delle condizioni previste dal contratto e distinguere gli stati di avanzamento dei lavori (SAL) dagli stati interni (SIL). Potrà essere programmata o con istogrammi oppure con curva ad S. la programmazione dei costi sarà eseguita con gli stessi livelli di aggregazione previsti nel budget, del quale essa è la proiezione temporale. Per ogni voce del budget si procederà:
- Identificazione, in base al programma dei lavori, delle date di inizio e fine;
 - Ripartizione del costo totale previsto dal budget sui vari mesi sui quali la voce stessa si sviluppa;
 - Calcolo, per somma, delle voci aggregate mese per mese e loro rappresentazione grafica sotto forma di istogramma e curva a S.
- Dal confronto dei ricavi programmati e dei costi programmati si ottiene, per differenza, la programmazione del margine operativo cioè la sua distribuzione temporale.
9. Il documento di programmazione iniziale è redatto contemporaneamente al budget. Esso costituisce un documento impegnativo nei rapporti fra società e Project Manager in termini di tempi, carichi di lavoro e costi. Ogni mese
-

saranno calcolati gli avanzamenti e si misureranno gli scostamenti rapportandosi al documento base di programmazione, evidenziando gli scostamenti e mantenendo sempre il riferimento al documento di base, anche se da ciò dovesse risultare una previsione di ritardo rispetto alla data di consegna. Potrà essere fatta solo previo accordo con la direzione generale, nonché previo accordo con la committente nel caso in cui sia contrattualmente previsto.

4.4.2. Calcolo dell'Avanzamento

Si parla di avanzamento utile (avanzamento fisico o quantitativo dei lavori) e avanzamento economico.

L'avanzamento utile è il rapporto tra quantità eseguite e quantità totali. Per confrontare gli avanzamenti tra quantità non omogenee si deve introdurre un parametro di mediazione che risulta essere il carico di lavoro; in questo caso l'avanzamento fisico può essere definito come rapporto fra carico di lavoro corrispondente ai lavori eseguiti e carico di lavoro corrispondente alla totalità dei lavori.

L'avanzamento economico è suddiviso in avanzamento dei costi, rapporto tra costi sostenuti e costi totali previsti e avanzamento contrattuale, rapporto fra quota fatturabile e importo contrattuale.

Di seguito sono riportate le definizioni di:

Produttività': rapporto tra la quantità prodotta e le ore dirette impiegate per la produzione della quantità stessa. (kg/h...).

Efficacia: rapporto tra produzione effettiva e produzione programmata, cioè fra ciò che è stato fatto e ciò che si sarebbe dovuto fare; è un numero puro.

Efficienza: rapporto fra la produttività effettiva e la produttività prevista o in generale il rapporto tra la produzione eseguita per unità di risorsa impiegata e la produzione prevista per unità di risorsa impiegata; è un numero puro.

I metodi di ripartizione del carico di lavoro sono tre:

- Metodo lineare: in cui la distribuzione dei carichi di lavoro per ogni attività è lineare; è un metodo usato per piccoli progetti risulta essere molto approssimativo da in genere risultati accettabili per un controllo di progetto non sofisticato.
- Metodo discontinuo o discreto: in cui per ogni attività il carico di lavoro è distribuito senza una spezzata, costruita per punti; questo metodo diviene rigoroso solo quando le curve di riferimento (spezzate) sono ottenute da un'elaborazione statistica dell'esperienza aziendale che è in grado di esprimere una serie di curve per lavori civili, meccanici, elettrici, ecc.
- Metodo continuo: in cui per ogni attività il carico di lavoro è distribuito secondo una funzione continua e crescente del tempo; risulta di complesso utilizzo per difficoltà legate ai calcoli.

Una funzione utilizzata per il calcolo delle curve di avanzamento è la Funzione *Logistica*

$$A = \frac{1}{1 + ce^{-ht}}$$

A = Avanzamento e t = Tempo

Si tratta di una curva con due asintoti orizzontali e un punto di flesso, il cui andamento assumendo per il parametro h valori prossimi a 0,1 si presta bene a rappresentare le curve di avanzamento. Si eliminano gli asintoti facendo degli arrotondamenti e sostituendo la curva con una a gradini. Poiché la curva di

distribuzione delle risorse altro non è che la derivata della curva di avanzamento, l'utilizzazione della curva logistica permette di trattare matematicamente l'andamento delle risorse.

Produttività di riferimento o standard relativa a una determinata classe di lavoro omogenea il numero di ore lavorative necessarie, in condizioni di riferimento e calcolate con criterio statistico, per l'esecuzione della quantità unitaria del lavoro stesso.

Carico di lavoro di riferimento o standard di un lavoro di cui si conosce la quantità, il prodotto della quantità per la produttività di riferimento o produttività standard, cioè il numero di ore standard (SMh) necessarie per l'esecuzione del lavoro.

Si definisce per il singolo progetto o per ogni disciplina del progetto stesso un fattore chiamato fattore di rendimento stimato. Tiene conto delle condizioni effettive del progetto (altitudine, manodopera, condizioni climatiche, ecc.) ed è valutato in base a criteri discrezionali, parametrici o statistici quando i dati disponibili sono sufficienti.

- $\text{Produttività stimata} = \text{produttività di riferimento} * \text{fattore di rendimento}$
- $\text{Carico di lavoro stimato} = \text{carico di lavoro standard} * \text{fattore di rendimento}$
- $\text{Fattore di rendimento reale} = \text{ore effettive} / \text{carico di lavoro standard}$
- $\text{Fattore di rendimento rispetto al preventivo} = \text{ore effettive} / \text{carico di lavoro stimato}.$

Il confronto dirà se i risultati sono migliori o peggiori delle previsioni.

Non è possibile definire il lavoro con una singola unità di misura, si devono pertanto trasformare le varie componenti del lavoro in un'unica grandezza

confrontabile sommabile; si possono considerare o i carichi di lavoro o gli importi corrispondenti o la composizione parametrica.

- Carichi di lavoro: corrisponde al numero di ore lavorative necessarie. L'avanzamento sarà pari al rapporto fra il carico di lavoro corrispondente al lavoro eseguito e il carico di lavoro corrispondente al lavoro totale.
- Importi corrispondenti: in mancanza di carichi di lavoro si può fare riferimento agli importi contrattuali o ai costi. Si considerano come carichi di lavoro virtuali; il criterio risulta essere più semplice ma la sua validità è legata all'effettiva proporzionalità del prezzario ai carichi di lavoro.

Composizione parametrica: è un criterio approssimativo, in cui per ogni voce è definita una griglia percentuale in base alla quale sono stimati gli avanzamenti, es. movimenti terra e fondazioni 10%, strutture 30%, murature, tamponamenti, intonaci, verniciature 10%, impermeabilizzazioni 2%, pavimenti e rivestimenti 10%, serramenti e lattone rie 8%, impianti 25%, finiture 5%.

4.4.3. Analisi dei Risultati

Il calcolo dell'avanzamento fisico permette di determinare, con ragionevole sicurezza, il valore dell'avanzamento in valore assoluto e relativo. Se ad esempio, il lavoro considerato prevede 10000 ore di montaggio e l'avanzamento, calcolato con il metodo dei carichi di lavoro, è pari a 4200 ore utili, l'avanzamento fisico è pari a 42%. Si determina pertanto:

- Efficacia: $\text{avanzamento effettivo} / \text{avanzamento programmato}$
 - Scostamento: $\text{avanzamento programmato} - \text{avanzamento effettivo}$
(negativo.= ritardo)
 - Efficienza: $\text{ore spese} / \text{avanzamento effettivo (ore utili)}$
 - Ore perse: $\text{ore impiegate} - \text{ore utili (avanzamento)}$.
-

-
-
- Indice di produzione medio programmato: lavoro considerato previsto/100 (ore per punto percentuale)
 - Indice di produzione medio effettivo: ore impiegate/avanzamento percentuale.

Questi calcolati ai vari livelli di WBS secondo le necessità. La rilevazione degli avanzamenti deve essere eseguita con procedura mensile. Presupposto del calcolo dell'avanzamento è l'esistenza di una distinta dettagliata degli elaborati

Attività	Ore	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio
Pianta	40	–	–	–	–	–
Prospetto	20	–	–	–	–	–
Sezione	20	–	–	–	–	–
Relazione	40	–	–	–	–	–
Elenco materiali	40	–	–	–	–	–
Totale programmato	220	88	154	198	–	220

Gli elaborati da definire sono i seguenti:

- piante generali e schemi funzionali
 - prospetti e sezioni
 - calcolo delle strutture
 - schede di fabbricazione
 - impianti meccanici
 - impianti elettrici
 - calcolo termico
 - reti esterne
 - computo metrico ed elenco materiali
 - specifica materiali
 - fogli esecutivi
 - manuali d'uso e manutenzione
 - cataloghi delle forniture.
-
-

Per ogni attività dell'ingegneria deve essere determinato, in sede di preventivo esecutivo, il corrispondente carico di lavoro espresso in ore lavorative, nonché la griglia di composizione delle singole fasi ai fini della valorizzazione percentuale.

La griglia di composizione fissa sarà articolata nel seguente modo:

- impostazione e prima stesura 40%
- rielaborazione dopo commenti 10%
- approvazione 10%
- emissione per costruzione 30%
- as built 10%.

Ogni mese l'avanzamento effettivo del lavoro sarà calcolato verificando lo stato di completamento di ogni attività o delle sue fasi componenti e determinando le ore corrispondenti al lavoro eseguito, moltiplicando il numero di ore previsto per la valorizzazione percentuale delle singole fasi della progettazione.

4.4.3.1. Avanzamento degli Approvvigionamenti

Presupposto del calcolo dell'avanzamento è l'esistenza, in sede di preventivo esecutivo, di una distinta dettagliata dei materiali da approvvigionare; tale distinta sarà normalmente dotata di un margine per eventuali variazioni nelle quantità di fornitura degli elaborati che si rendessero necessarie nel corso del progetto. Per ogni voce dell'elenco materiali deve essere determinato, in sede di preventivo esecutivo, il corrispondente valore espresso in euro, nonché la griglia di composizione delle singole fasi ai fini della valorizzazione percentuale.

Per tutte le attività di approvvigionamento sarà adottata una griglia di composizione fissa:

- emissione ordine 30%
 - collaudo e consegna 30%
 - trasporto al sito di lavoro 40%.
-

Ogni mese l'avanzamento effettivo sarà calcolato verificando lo stato di completamento di ogni attività o delle sue fasi componenti, e determinando il valore nominale corrispondente al lavoro eseguito, moltiplicando il valore totale previsto per la valorizzazione percentuale delle singole fasi di approvvigionamento.

4.4.3.2. Avanzamento della Costruzione

Presupposto del calcolo dell'avanzamento è l'esistenza in sede preventivo esecutivo, di un preventivo dettagliato delle ore dirette di montaggio; tale preventivo potrà essere dotato di un margine per eventuali variazioni quantitative che si rendessero necessarie nel corso del progetto.

Per ogni attività di montaggio deve essere determinato, in sede di preventivo esecutivo, il corrispondente carico di lavoro espresso in ore lavorative nonché la griglia di composizione delle singole fasi ai fini della valorizzazione percentuale. Ogni mese l'avanzamento effettivo del lavoro sarà calcolato verificando lo stato di completamento di ogni attività o delle sue fasi componenti, e determinando le ore corrispondenti al lavoro eseguito, moltiplicando il numero di ore previsto per la valorizzazione percentuale delle singole fasi.

Ogni azienda ha un proprio elenco indicativo delle attività o classi di lavoro relative produttività i riferimento. Per ogni attività potrà essere definita una composizione percentuale delle varie fasi di lavoro; il calcolo dell'avanzamento avverrà con la seguente procedura:

- carico di lavoro di riferimento sarà calcolato in base alle quantità relative a ogni classe di lavoro e alle rispettive produttività di riferimento;
- il carico di lavoro stimato sarà calcolato moltiplicando il carico di lavoro di riferimento per un coefficiente che tenga conto delle effettive condizioni operative;

- ogni mese si calcolerà il carico di lavoro corrispondente alle quantità effettivamente montate, considerando le quantità montate, la produttività di riferimento e il coefficiente citato.

L'avanzamento globale sarà calcolato come media pesata degli avanzamenti percentuali dell'ingegneria, della logistica e delle costruzioni, con pesi predefiniti all'atto dell'apertura del progetto.

Il SAL (stato di avanzamento dei lavori) è il documento contrattuale che riporta la determinazione dell'importo dovuto dal committente all'appaltatore per il lavori eseguiti fino a una certa data. Il SAL viene normalmente redatto con cadenza mensile, tuttavia può esserci una diversa cadenza s previsto dal contratto.

Il SIL (stato dei lavori interni) è un documento che non ha valore nei rapporti con terzi, ma che ha lo scopo di informare la direzione e gli altri enti aziendali interessati circa l'effettivo avanzamento. Si definiscono SAL e SIL attivi quelli relativi ai contratti fra le aziende di costruzione e i loro committenti, SAL e SIL passivi quelli relativi ai contratti fra le aziende suddette e i subappaltatori.

4.4.3.3. Fattibilità

Si definisce Fattibilità l'avanzamento fattibile con i materiali e i disegni disponibile in cantiere. La manodopera viene considerata non come un dato del problema ma come una variabile dipendente.

È determinata:

- per lavori molto semplici in base all'analisi dei vincoli fra tutti gli elementi della costruzione e delle disponibilità;
 - in maniera proporzionale di solito non corretto si usa solo se si è prossimi al 100%;
 - in maniera proporzionale con scorrimento temporale;
 - con algoritmi empirici basati sull'esperienza.
-

Si può avere una definizione corretta di fattibilità, dal punto di vista statistico, solo se i materiali e i disegni vengono classificati in maniera omogenea con le sottoclassi, o almeno con le classi di lavoro. In questo caso si definisce la fattibilità in ore in funzione delle quantità di materiali disponibili e della produttività normale.

La curva di fattibilità indica in funzione del tempo l'avanzamento quantitativo fattibile con i materiali e i disegni in cantiere; la manodopera si considera come variabile dipendente per cui non viene tenuta in considerazione ma si definisce successivamente.

4.4.3.4. Curve di avanzamento per lavori di costruzione a elevato tasso di incertezza

Occorre anzitutto considerare la definizione di avanzamento fisico dei lavori

$$A(t) = L(t)/L$$

t = pari al rapporto fra carico di lavoro corrispondente ai lavori eseguiti e il carico di lavoro totale; poiché il carico di lavoro totale non è mai noto con assoluta certezza è necessario introdurre nella formula un altro elemento v = che tiene conto della possibile variazione del carico di lavoro totale (margine per variazione quantitativa).

$$A(t) - A'(t) = \frac{L(t) \cdot v}{L \cdot (1 + v)}$$

Tenendo presente che i valori dei margini per variazioni quantitative variano dal 2% al 5% per progetti con tecnologie mature e completamente determinati, ma che possono superare il 10% in progetti a elevata incertezza, si ottiene che il relativo coefficiente di indeterminatezza sugli avanzamenti varia dall'1,96% al

9,1% inoltre le curve vengono calcolate “al più presto” considerando l’esecuzione delle attività non critiche o “al più tardi”, la differenza evidenzia la rigidità del progetto.

Si può pertanto affermare che una curva di avanzamento relativa a lavori a elevato grado di incertezza presenterà una pendenza iniziale più ridotta cioè un avvio più lento e un avanzamento in corrispondenza a metà del tempo indicativamente di poco superiore al 40%.

4.4.3.5. Calcolo della Produttività

Le ore lavorative si dividono in dirette, produttive e indirette.

Sono dirette le ore di prestazione che concorrono direttamente alla realizzazione dell’oggetto dell’attività aziendale, cioè il prodotto venduto nell’ambito della commessa cioè quelle che producono un avanzamento delle opere o la produzione di beni quantificabili in termini di ricavo aziendale. Sono pertanto:

- ore della manodopera impiegata
- ore di ingegneria relative alla progettazione delle opere contrattuali.

Sono ore indirette:

- ore del personale di supporto in cantiere
 - ore di supervisione e direzione
 - ore dell’ingegneria relative ad attività diversa dall’avanzamento delle opere contrattuali, come le ore spese per servizi di manutenzione del cantiere o del campo
 - le ore dei servizi indiretti (amministrazione, personale, controllo costi).
 - La rilevazione delle ore deve avvenire giornalmente in cantiere, giornalmente o settimanalmente in sede o negli uffici.
-

- Le ore di prestazione dovranno recare la specificazione esatta del lavoro eseguito sia secondo la WBS che secondo la classificazione funzionale del lavoro.

L'analisi degli addebiti alle unità di WBS sarà eseguita con criteri da determinare per ogni progetto. Si deve procedere al calcolo delle ore dirette, calcolo delle produttività e controllo periodico delle produttività.

Vengono calcolati il totale delle ore dirette delle varie unità produttive e la loro destinazione a commessa o centro di costo (sono raggruppamenti di attività e risorse che, per la loro omogeneità o la finalità delle operazioni oppure per ragioni organizzative, giustificano il raggruppamento e il controllo dei costi generati o attribuibili allo stesso centro).

Per ogni classe di lavoro esiste un valore della produttività di riferimento. Per ogni progetto è nota la quantità relativa a ogni voce e può essere determinata una produttività preventiva anche diversa dalla produttività di riferimento tenendo conto delle specifiche condizioni di progetto. Alla fine del lavoro saranno resi noti i dati consuntivi relativi a ogni classe di lavoro.

La produttività sarà tenuta sotto controllo con periodicità mensile. Pertanto per ogni mese saranno calcolati e analizzati i seguenti dati:

1. dati mensili:

- quantità installata nel mese
- ore impiegate nel mese
- produttività effettiva.

2. media mobile:

- quantità installata negli ultimi 3 mesi
 - ore impiegate negli ultimi 3 mesi
 - produttività effettiva, media mobile (quantità/ore)
-

3. dati progressivi:

- quantità installata, progressiva dall'inizio dei lavori
- ore impiegate, progressive
- produttività effettiva, media (quantità/ore).

Dall'ultima analisi si noterà che il valore della produttività, mese per mese, pur partendo da livelli diversi, ed essendo talora soggetto a iniziali oscillazioni, tenderà a stabilizzarsi verso il valore stimato di progetto; esso potrebbe tendere ad un valore diverso qualora la produttività di progetto non venga mantenuta.

Per ogni classe di lavoro si tiene conto:

- del valore noto della produttività di riferimento
- dei valori della produttività stimata per ogni commessa e di conseguenza della media delle produttività stimate, ponderata con le quantità installate per ogni commessa
- dei valori della produttività realizzata per ogni commessa e di conseguenza della media delle produttività effettive, ponderata con le quantità installate per ogni commessa.

4.4.3.6. Fattore di rendimento

Il fattore di rendimento trasforma il dato standard nel dato stimato per uno specifico progetto; esso pertanto viene determinato, per ogni progetto, all'atto della redazione del piano operativo (budget). Il fattore di rendimento potrà essere unico o differenziato per le varie categorie di lavoro.

Gli standard di produttività sono valori di riferimento assunti inizialmente e devono essere mantenuti costanti nella vita aziendale. Lo standard in quanto tale serve a confrontare tra loro dati diversi; esso potrebbe anche essere un valore

arbitrario. Si assume come standard la produttività in condizioni di riferimento ed è bene che i valori delle produttività siano realistici.

CAPITOLO V

THE GLASS BUILDING

Il caso pratico che è oggetto di studio riguarda la ristrutturazione e l'adeguamento funzionale dell'Edificio situato in via Romagnoli n. 6 a Milano denominato "The Glass Building". La committente nonché proprietaria dell'immobile è POLIS FONDI IMMOBILIARI SGR.p.A. con sede a Milano in via Mercato n. 5, la società appaltatrice è la COGEI Costruzioni S.p.A. con sede a Bologna in via Francesco Zanardi n. 2/7 e il progetto è stato redatto da Progetto CMR Engineering Integrated Services S.r.l. con sede a Milano in via Corso Italia n. 68. L'edificio è composto da n°10 piani fuori terra, un piano seminterrato ed un piano interrato destinato ad autorimessa/locali tecnici. Si presenta in parte libero e in parte occupato dai legittimi conduttori, in particolare all'atto della stipula del contratto si aveva:

- Piano Seminterrato: occupato
- Piano Terreno: per metà opere di demolizione da completare e per metà occupato
- Piano Primo: libero

-
- Piano Secondo: opere di demolizione e bonifiche da eseguire
 - Piano Terzo: libero
 - Piano Quarto: occupato
 - Piano Quinto: occupato
 - Piano Sesto: occupato
 - Piano Settimo: occupato
 - Piano Ottavo: occupato

La committente ha ottenuto da tutti i conduttori un assenso di massima agli spostamenti necessari per consentire l'esecuzione dei lavori, pertanto eventuale rifiuto di uno o più conduttori a rilasciare in tempo utile le porzioni di fabbricato dove dovranno essere eseguiti i lavori determinerà eventuali ritardi senza essere suscettibili di applicazione della penale. La società appaltatrice si impegna a realizzare l'opera utilizzando esclusivamente materiali di prima scelta e qualità che siano corredati, ove previsto, dalle relative schede tecniche di sicurezza, impegnandosi altresì alla relativa posa in opera, montaggio e/o impiego in conformità alle prescrizioni dettate dalle predette schede e dalle norme vigenti. Dovrà, pertanto, verificare in cantiere l'esatto quantitativo dei materiali occorrenti per rendere le opere completamente finite e usufruibili.

La Direzione dei lavori è affidata al Dott. Arch. Antonella Mantica della società Progetto CMR Engineering di Massimo Roj. La committente ha nominato Arch. Chitescu come supervisore dei lavori il quale potrà accedere al cantiere in ogni momento. Mentre la direzione tecnica del cantiere, per conto di COGEI Costruzioni S.p.A. al Direttore Tecnico di Produzione P.E. Andrea Petazzoni supportato dal Direttore Tecnico di Cantiere Geom. Omar Zerbinati. Il direttore di cantiere ha i requisiti previsti dalla legge ed è reperibile per tutta la durata dei lavori; egli deve essere autorizzato a ricevere ed a impartire esecuzione degli ordini della direzione dei lavori, presentarsi alle verifiche ed alle misurazioni necessarie, controfirmare gli stati di avanzamento, le ricevute dei materiali, gli ordini di servizio e le altre disposizioni scritte dalla direzione dei lavori, i documenti ed i registri e contabili.

L'appaltatore deve dare inizio ai lavori in generale, ed a ciascuno in particolare, uniformandosi agli ordini di servizio ed alle istruzioni della Direzione Lavori, salvo dare le sue osservazioni e riserva. Dovrà eseguire tutti i lavori attenendosi al progetto, tenute presenti tutte le varianti introdotte durante l'esecuzione.

Esso potrà inoltre subappaltare l'esecuzione dei lavori oggetto del contratto, comunicando tempestivamente i dati alla committente.

L'opera è realizzata nel seguente arco temporale:

- Inizio lavori: 21 luglio 2008
- Fine lavori: 30 ottobre 2010.

Si evidenzia che i locali sono occupati da quadri dirigenziali dell'azienda Saint Gobain S.p.A., leader mondiale nella produzione di vetri. Pertanto al fine di consentire lo svolgimento delle attività dei conduttori l'Appaltatore è impegnato a limitare e regolare le lavorazioni rumorose che dovranno essere condotte al di fuori degli orari lavorativi (08-12, 14-18) oppure nelle giornate di sabato e domenica e comunque in accordo con le esigenze dei conduttori anche straordinarie. Per lavorazioni rumorose si intendono quelle riferite al taglio dei pilastrini perimetrali in acciaio e quelle relative alla demolizione dei massetti di piano.

Il progetto si ripromette di trasformare radicalmente funzionalità, efficienza e caratteristiche estetiche dell'edificio senza stravolgerne l'identità. L'intervento segue due direttrici principali: la completa ristrutturazione degli spazi interni e la riqualificazione dell'involucro.

Gli spazi interni vengono ripensati per una migliore razionalità distributiva e un maggior comfort. Tutte le aree degli uffici vengono dotate di un nuovo pavimento sopraelevato, i percorsi e gli sbarchi ascensori vengono controsoffittati per la corretta distribuzione degli impianti, completamente rinnovati, nuovi corpi illuminanti a sospensione garantiscono una illuminazione artificiale omogenea ed

efficiente; é previsto inoltre il rifacimento di tutti i bagni. Una grande attenzione é riservata alle aree comuni: la scala centrale, di notevole valore architettonico, viene conservata come spazio conviviale, generosamente decorato con piante verdi. L'atrio d'ingresso viene totalmente ridisegnato riservando una particolare attenzione alla razionalità dei percorsi e all'accuratezza delle finiture e dei materiali, con predominanza di legno, pietra naturale e vetro retrosmaltato.

L'intervento sull'involucro esterno tiene conto, tra gli altri aspetti, della necessità di rinnovare l'immagine del complesso ed ottenere migliori prestazioni limitando al minimo l'impatto sul funzionamento dell'edificio stesso nel corso dei lavori. La facciata esistente viene conservata, con demolizioni limitate e il trattamento della superficie in rivestimento ceramico con un isolamento termico a cappotto con pannelli isolanti in polistirene espanso finitura intonaco spruzzato tinteggiato di colore rosso saturo. I serramenti vengono sostituiti con nuove finestre a nastro dotate di vetrocamera basso-emissivo. Sul lato est la parte centrale, corrispondente al nucleo dell'edificio, quasi completamente priva di aperture, viene ripensata con una scomposizione in 4 volumi a sviluppo verticale rivestiti con un isolamento termico a cappotto con pannelli isolanti in polistirene espanso finitura intonaco spruzzato tinteggiato di colore grigio. Sulla facciata ovest la necessaria protezione solare é garantita da uno schermo di vetro scomposto in grandi "schegge" sovrapposte. Questo elemento, di grande impatto architettonico, é stato disegnato come il risultato della ricomposizione dei frammenti di una gigantesca lastra di vetro frantumata. Le "schegge" sono costituite da pannelli in vetro stratificato parzialmente serigrafato, con prestazioni selettive, agganciati alla facciata esistente tramite una struttura in acciaio staticamente semi-indipendente, corredata di griglie praticabili con funzione di frangisole e di percorso per la manutenzione. L'ingresso principale é segnalato dall'aggetto di una grande pensilina vetrata.

Sui fronti sud e nord le scale di emergenza vengono integrate nella struttura in acciaio a sostegno della copertura frangisole. L'intera composizione, oltre ad assolvere le proprie funzioni pratiche (sicurezza anti-incendio, protezione solare

del terrazzo recuperato come spazio conviviale, sostegno dei pannelli fotovoltaici) costituisce un ulteriore elemento architettonico forte dell'edificio rinnovato.

5.1. DESCRIZIONE DELLA FACCIATA A SCHEGGE

Come si è detto precedentemente, sul fronte principale è applicata una seconda pelle, facciata ventilata, in vetro stratificato di sicurezza trasparente con forma a scaglie ad effetto rotto, incorniciata in contorno di acciaio ed ancorata ad una struttura di acciaio zincato opportunamente distanziata dalla facciata esistente e dotata per ogni piano di passerelle grigliate per ispezione e manutenzione.

Per il sostegno di tale struttura è stato realizzato sopra la copertura un pergolato con putrelle di acciaio verniciato che avranno la funzione di controvento della doppia pelle e sostegno della stessa.

Da contratto il progetto prevede che il pergolato sia costituito da pilastri montanti ϕ 273x5, sormontati da profili longitudinali UNP 240 nella fila di testa e profili IPE 300 nelle file interne; in senso trasversale gli elementi della struttura sono costituiti da profili IPE 360 sormontati alle file longitudinali.

Le strutture per controfacciate sono costituite da profili longitudinali HEA 160 sulla fila di testa e profili longitudinali IPE 140 su due file interne. Detti elementi sono collegati trasversalmente all'edificio mediante profili HEA 160 accoppiati ai lati dei pilastri portanti dell'edificio sulla fila in facciata. Su tale struttura poggia un piano di calpestio in grigliato di acciaio per consentire le operazioni di manutenzione dei pannelli di controfacciata. E' previsto il rinforzo degli elementi longitudinali alle campate centrali ed agli estremi.

Al piano terra, a protezione delle scale US, verrà realizzata una recinzione con pannelli modulari, monolitici in grigliato elettrofuso d'acciaio S235JR (UNI EN 10025/95) zincato a caldo secondo Norma Europea UNI EN ISO 1461/99 marca

"ORSOGRIL" modello "Danae", dimensione mm 5900x1136, maglia mm 42x132, barra portante mm 25x2, distanziale tondo diam. 4 mm - peso 10.3 kg/mq - costituito da pannelli modulari, monolitici, piantane in piatto da mm 80x8, aggancio dei pannelli su piantane realizzate con profilati piatti e piastre di ancoraggio alle strutture portanti - bulloni di assemblaggio e di sicurezza in acciaio inox AISI 304, compreso il taglio degli elementi in base alla configurazione di progetto e saldatura nuove cornici perimetrali in piatto, tasselli, piastre, bulloneria, ferramenta varia, il tutto dato in opera bullonato o saldato e finito con rivestimento colore RAL a scelta della D.L. in resine termoindurenti di tipo poliestere.

La carpenteria in oggetto è prevista parzialmente prefabbricata in officina tramite saldatura, e assemblata in opera mediante saldatura e bullonatura.

Le saldature dovranno essere ove indicato a completa penetrazione. Ove non espressamente indicato si intendono invece a cordoni d'angolo aventi spessore di gola uguale o maggiore dello spessore minimo da saldare moltiplicato per il fattore 0,7; dovranno essere realizzate manualmente con elettrodi basici E44 e E52 di classe 4B UNI 5132 oppure con procedimento automatico o semiautomatico qualificato e omologato da ente ufficiale.

Le saldature dovranno inoltre essere realizzate con accurata eliminazione dei difetti al vertice prima di effettuare la ripresa o la seconda saldatura, dovranno avere aspetto ragionevolmente regolare e non presentare bruschi disallineamenti col metallo base; la realizzazione dovrà essere tale da soddisfare ovunque l'esame radiografico almeno con i risultati richiesti per il raggruppamento F della UNI 7278 (saldature di II classe secondo la normativa CNR - 10011/85).

L'effettiva estensione dei controlli radiografici o ultrasonori sarà stabilita dal Direttore dei Lavori.

I giunti bullonati saranno forniti dal progettista: eventuali giunti non forniti andranno impostati in modo analogo ed in ogni caso seguendo la normativa UNI 10011/85 per quanto riguarda la distanza dei bulloni tra loro e dai bordi dei pezzi da collegare.

Tutti i bulloni dovranno essere serrati come prescritto dalle vigenti norme.

La pelle esterna è composta da una serie di passerelle esterne poggianti su speciali mensole a passo 4000 mm circa, queste sono vincolate alla struttura dell'edificio mediante speciali cravatte in acciaio.

Le mensole hanno spessore di circa 160 mm e collegate mediante un profilo continuo HEA 160 che funge da elemento di irrigidimento delle stesse.

Le passerelle così composte sono finite mediante un piano di calpestio realizzato con un grigliato in acciaio zincato tipo "Orsogrill" dello spessore di 30 mm.

Sulla testa del profilo continuo HEA 160 sono fissate apposite staffe a cui sono collegati tondini di supporto in acciaio verniciato del diametro di 10 mm a cui è vincolato il rivestimento esterno in vetro.

La pelle esterna in vetro è composta da telai di forme e dimensioni differenti a seconda della posizione con un modulo tipico da 1360x3200mm, sospesi tramite tiranti in acciaio fissati al pergolato di copertura.

I Telai esterni sono composti da profili in alluminio verniciato da 40x20mm a cui è incollato strutturalmente un vetro stratificato composta da lastre molate a filo lucido.

I profili di fermavetro sono inseriti mediante bloccaggi a scatto e/o a contrasto, l'aggancio è così di assoluta sicurezza affinché, a seguito di aperture o per la spinta del vento il fermavetro non ceda elasticamente.

I fermavetri sono sagomati in modo tale da supportare a tutta altezza la guarnizione cingivetro interna per consentire una pressione ottimale sulla lastra di vetro.

Data l'elevata importanza della corretta pressione delle guarnizioni sul vetro sia per la tenuta e sia per il mantenimento della corretta geometria dell'anta, le guarnizioni cingivetro interne sono di diverse dimensioni, previste per ogni mm di variazione dello spessore del vetro.

Le lastre sono supportate da tasselli la cui durezza è compresa tra i 60 e gli 80 Shore A.

La composizione del vetrocamera sarà diversa a seconda del tipo di installazione, in particolare:

- Serramenti di facciata a nastro (Piano Seminterrato e Piano Terra)
Lastra esterna: 3 lastre sp. 6.0 mm con interposto PVB 0.38mm
Intercapedine: 12 mm gas Argon 90%
Lastra interna: 2 lastre sp. 4.0 mm (Planilux 44.1) con PVB 0.38mm
- Serramenti di facciata a nastro (dal Piano Primo al Piano Ottavo)
Lastra esterna: 1 lastra sp. 10mm temprata con trattamento “Cool-Lite SKN 154/172”
Intercapedine: 15 mm gas Argon 90%
Lastra interna: 2 lastre sp. 4.0 mm (Planilux 44.1) con PVB silence 0.38mm

Caratteristiche tecniche:

Spessore: 33.4 mm

Peso: 45.4 kg/mq

Fattori luminosi:

Trasmissione luminosa 58%

Riflessione esterna: 15%

Riflessione interna: 16%

Fattori energetici:

Fattore solare: 33%

Trasmissione 28%

Riflessione esterna: 28%

Assorbimento A1: 41%

Assorbimento A1: 4%

Zone cieche (serramenti a nastro su facciata lato supermercato)

Vetro sp. 10mm temprato retro-smaltato con pannello coibente da 80 mm in lamiera di acciaio zincato e materassino isolante interno.

Zone cieche (serramenti a piano terra con installazione Bancomat)

Vetro sp. 10mm temprato retro-smaltato accoppiato con lamiera di acciaio zincato sp. 10/10.

- Controfacciata

Lastra 66.4 composta da due lastre spessore 6 mm con interposto PVB 1.52mm

Caratteristiche tecniche:

Spessore: 13.5 mm

Peso: 31.6 kg/mq

Fattori luminosi:

Trasmissione luminosa 85%

Riflessione esterna: 8%

Riflessione interna: 8%

Fattori energetici:

Fattore solare: 70%

Trasmissione 28%

Riflessione esterna: 6%

Assorbimento A1: 32%

L'Appaltatore dovrà affidare la progettazione, produzione e posa in opera di tutti i manufatti componenti gli infissi ad Azienda garantita da certificazione organizzativa ISO 9001, almeno da un anno.

Per tutti i tipi di infissi occorre far riferimento alle raccomandazioni UNCSAAL ed in particolare dovrà essere sempre allegato un certificato di qualità UNCSAAL con relativa polizza assicurativa.

Prima della posa delle vetrazioni l'Appaltatore dovrà provvedere ad una accurata pulizia dei telai e controtelai montati, ovvero eliminare tutti i residui di lavorazioni anche di altre ditte che si dovessero essere posate sui profili già montati.

La facciata, in tutti i componenti, deve garantire, secondo le norme EN 13830 i seguenti livelli di prestazione:

- Permeabilità all'aria (parti fisse): classe A2 secondo UNI EN 12152
- Tenuta dell'acqua: classe R5 secondo UNI EN 12152, corrispondente a

nessuna infiltrazione con pressioni esterne di 300 [Pa/min] con portata d'acqua di 2 litri al minuto per m².

- Resistenza al vento: inflessione frontale degli elementi di telaio non superiore a 1/200 della luce (e comunque non superiore a 15mm) secondo UNI EN 13116;
- Isolamento acustico adeguato a garantire il rispetto degli indici di valutazione dal vigente RLI, conforme alle norme UNI 8204, ed in ogni caso superiore a 42 dB a 500 Hertz;
- Coefficiente medio di trasmittanza dell'intera facciata: $U < 1,9 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Fattore solare 0,36 con trattamento magnetronico in faccia 2;
- Trasmissione luminosa 60%;
- Analisi requisiti facciata conforme alla norma UNI 7959;
- Metodi di prova per serramenti esterni conforme alla norma UNI 7519;
- Prove all'usura meccanica conformi alla norma UNI 9158
- Assenza di rumori indotti da agenti esterni (vento, traffico, ecc.) o propri dei serramenti (assestamenti, dilatazioni, deformazioni, ecc.);
- L'assorbimento di tutti i movimenti dei propri componenti e delle strutture adiacenti, conforme alla norma UNI 7171;
- Predisposizione per il collegamento alla rete di messa a terra dell'edificio, con materiale compatibile con l'alluminio e sezione adeguata;
- Tolleranza costruttiva rispetto alle linee di riferimento teoriche: nel senso parallelo +/- mm 5; nel senso perpendicolare +/- mm 5;
- Coordinazione con gli altri elementi architettonici, strutturali e di finitura;
- Rispondenze alle esigenze di allineamento ed appiombo nelle linee verticali ed orizzontali.

5.1.1. Pergolato

Il pergolato è concepito come una struttura metallica snella (altezza pari a 6 metri) collegata da profili IPE 360. Il progetto prevede la possibilità di applicare, in futuro, dei frangisole o dei pannelli fotovoltaici sul coperto. I carichi applicati su tale struttura hanno quindi due caratteristiche fondamentali che si possono ricondurre a vento e variazioni termiche:

1. Variazioni Termiche: Il fabbricato è lungo 90 metri circa e subisce a livello dell'impalcato una variazione di lunghezza ai bordi di: $45 \times 60 \times 1.2 \times 10^{-5} = 3.2$ cm che è inaccettabile per le vetrate appese. Pertanto è necessario introdurre dei giunti a livello del coperto che suddividano in tre la lunghezza, in questo caso si avrebbe $90/6 \times 60 \times 1.2 \times 10^{-5} = 1$ cm che rappresenta la misura massima accettabile per il Fornitore.
2. Vento e Sisma: Tali carichi inducono deformazioni orizzontali che possono essere prese (mantenendo quanto si è già scelto, colonne Φ 280 e IPE 360) solo attraverso l'introduzione di controventi, che per semplicità non possono essere introdotti a cavallo dei giunti, ma solo in posizioni idonee ad assorbire le sollecitazioni. Le sollecitazioni che impegnano i controventi (in caso di vento) sono pari a circa 10 Ton.

Inoltre i giunti devono avere uno schema statico semplice e chiaro, non possono pertanto presentare alcuna incertezza sul loro funzionamento. Pertanto si decide di evitare strisciamenti e attriti ricorrendo ad una soluzione semplice ed efficace ovvero raddoppiando i pilastri in prossimità dei giunti già preesistenti sul fabbricato principale e riproponendo lo stesso schema statico. In questo modo il Fornitore ha sdoppiato la facciata in corrispondenza degli stessi.

Il progetto iniziale non contemplava elementi strutturali a sbalzo per il sostegno delle vetrate sui bordi dell'edificio. Inoltre in queste posizioni gli sforzi sulle aste sono stati potenziati per sopportare un carico maggiore (doppio) come prescritto dalla norma.

Gli elementi a sbalzo sono controventati con puntone all'edificio esistente. Essi sono presenti necessariamente a ogni piano allo scopo di controventare la facciata vetrata alle azioni (vento) agenti perpendicolari ad essa.

Pertanto negli sporti della facciata i carichi verticali sono affidati alla trave di copertura (tubo 300x200x12) e al pilastro metallico (diametro 273 spessore 15), mentre la spinta del vento è assorbita da puntoni (200x200x10) ubicati a ad ogni piano interessato dallo sporto.





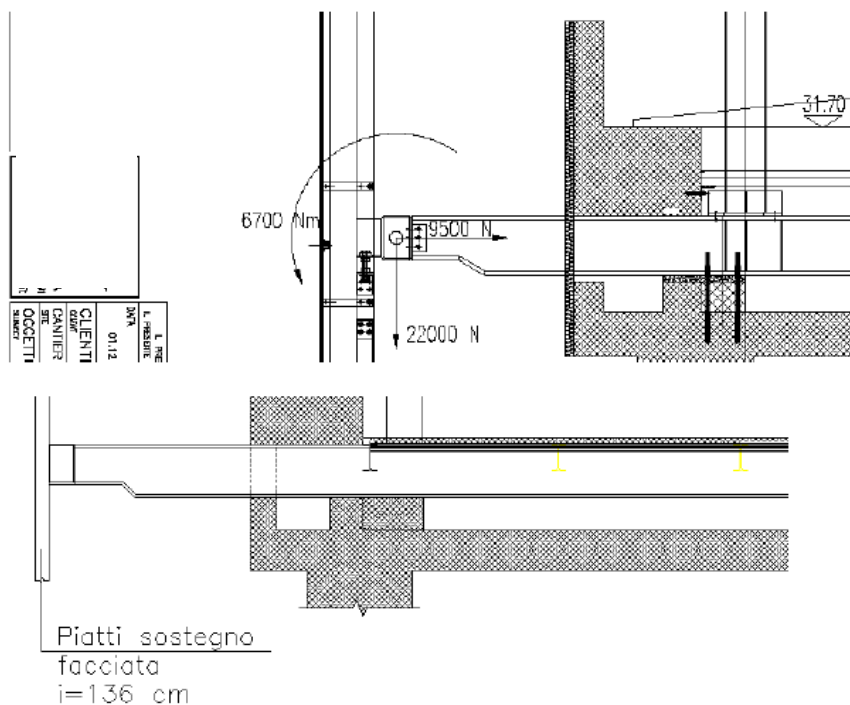
A seguito delle problematiche relative all'intervento di inserimento della parete vetrata appesa a travi HEB400 di nuovo solaio di piano ottavo insistente sui pilastri terminali dell'edificio, si analizzano i seguenti aspetti strutturali dell'intervento:

1. Tubolare 200x300x12 a sostegno della vetrata connesso con le travi HEB 400
2. Connessione tubolare 200x300x12 – trave HEB 400
3. Scarichi della trave HEB 400 sui pilastri esistenti
4. Connessione della trave HEB 400 ai pilastri esistenti

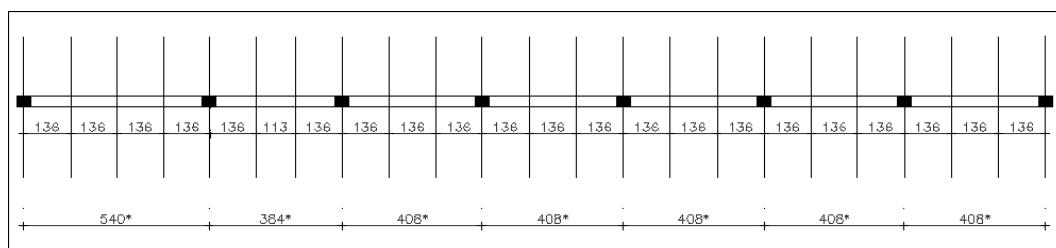
Il profilo tubolare orizzontale a cui sono connesse le vetrate risulta vincolato dalle travi di solaio HEB400 poste ad interasse 408 cm, la vetrata insiste sul profilo cavo mediante appensione di montanti interessati fra di loro di 136 cm, ognuno dei quali scarica sul tubo orizzontale 300x200x12 un carico verticale di 2,2 Ton, un carico orizzontale di 0,95 Ton e un momento torcente di 0,67 kgm come da

scheda

fornitaci:



Ne segue che, per ogni asta di orditura primaria della vetrata, ad interasse 136cm, verranno applicate al tubo i seguenti carichi di progetto:

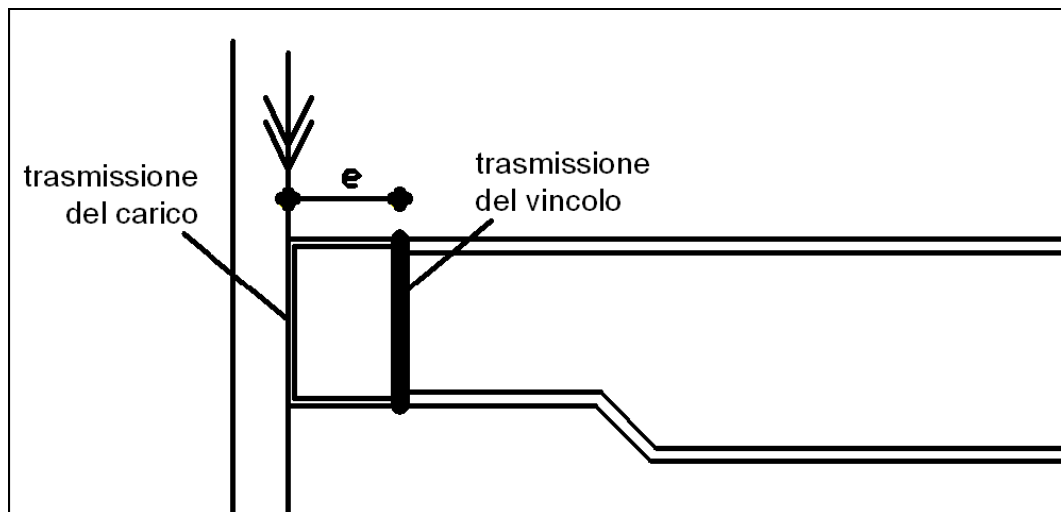


F_o = Forza orizzontale = 0,95 Ton

F_v = Forza verticale = 2,275 Ton (comprensivi cautelativamente del tiro in copertura)

M_t = Momento torcente = 0,670 Tonm (da scheda dei carichi)

M_e = Momento torcente per eccentricità di carico = $F_v e = 0,455$



Per quanto concerne i nuovi solai di copertura e piano ottavo si assumono i seguenti carichi:

(con pp si intendono i soli pesi relativi all'orditura dei profili in acciaio).

Nuova copertura

minimo permanente ipotizzabile = $pp + 0 \text{ kg/mq}$

massimo permanente ipotizzabile = $pp + 100 \text{ kg/mq}$

accidentale = 130 kg/mq

Nuovo solaio di piano ottavo

minimo permanente ipotizzabile = $pp + 220 \text{ kg/mq}$

massimo permanente ipotizzabile = $pp + 300 \text{ kg/mq}$

accidentale = 200 kg/mq

Esistente solaio di piano ottavo

permanente = 315 kg/mq

accidentale = 0 kg/mq

Per le vetrate e il pannello di facciata in c.a. si assumono 700 kgm di carico sulla trave di bordo, vale a dire il peso corrispondente ad un pannello pieno in c.a. di 14 cm di spessore per 1,8 metri di altezza e una superficie vetrata in doppiovetro spessore 6 mm per 2 metri di altezza.

Si assumono le seguenti combinazioni di carico massimo e minimo per dimensionamento e verifica degli elementi strutturali in esame

- COMBINAZIONE MINIMA (SOLO MINIMI PERMANENTI IPOTIZZABILI)

Nuova copertura → pp

Nuovo solaio ottavo → pp + 220 kg/mq

Solaio ottavo esistente → 315 kg/mq

+

Pesi di facciata e nuova parete vetrata

- COMBINAZIONE MASSIMA (MASSIMI PERMANENTI IPOTIZZABILI + ACCIDENTALI)

Nuova copertura → pp + 230 kg/mq

Nuovo solaio ottavo → PP + 500 kg/mq

Solaio ottavo esistente → 315 kg/mq

+

Pesi di facciata e nuova parete vetrata

Vengono realizzati due modelli fem una per la valutazione della combinazione di carico minima, il secondo per la combinazione di carico massima, tutti i gradi di libertà incerti (semincastri), per pulizia di modellazione, sono schematizzati come cerniere, la modellazione viene svolta relativamente alle geometrie reali delle ali terminali dell'edificio, modellandone una parte con una sola campata di travi trasversali a rappresentare il comportamento della struttura in corrispondenza dei vani scala e ascensore: (si rappresenta la modellazione per layer successivi)

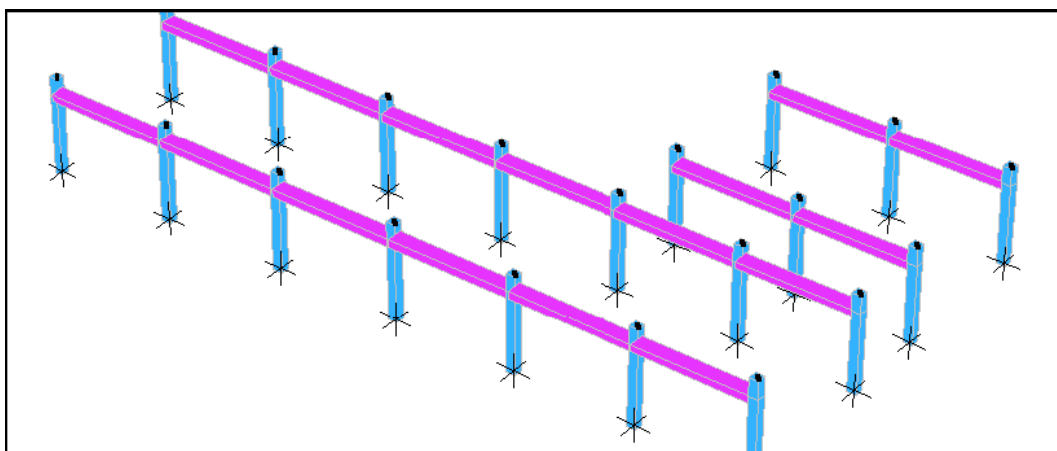


Figura a: Graticcio di travi e pilastri esistenti sottostanti il nuovo solaio di piano ottavo

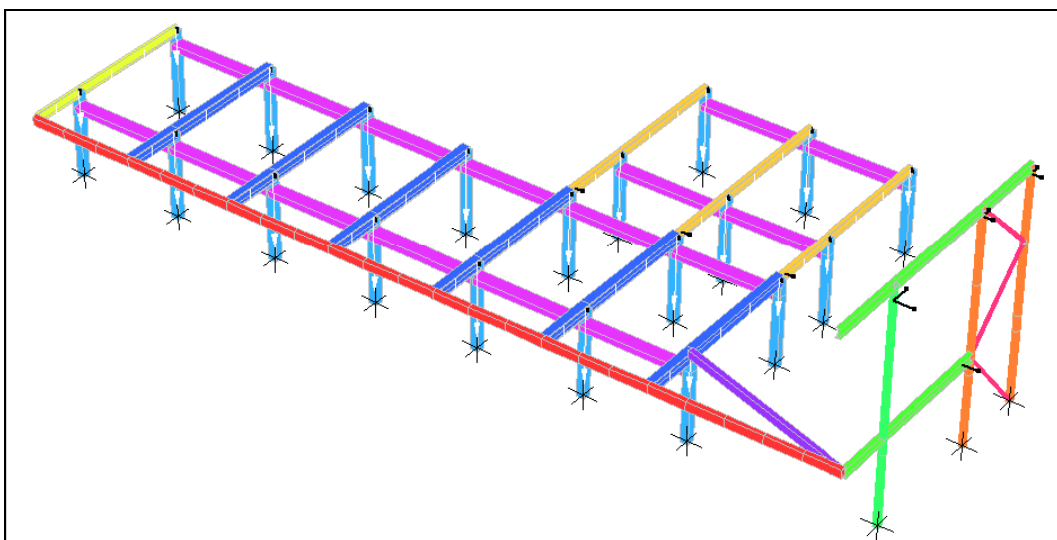


Figura b: Primo modello completato

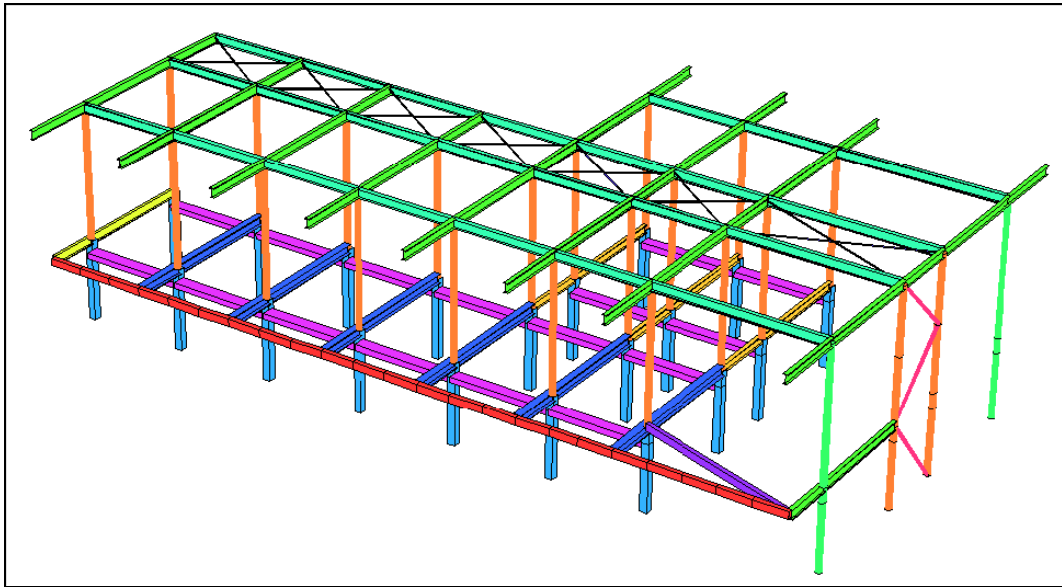
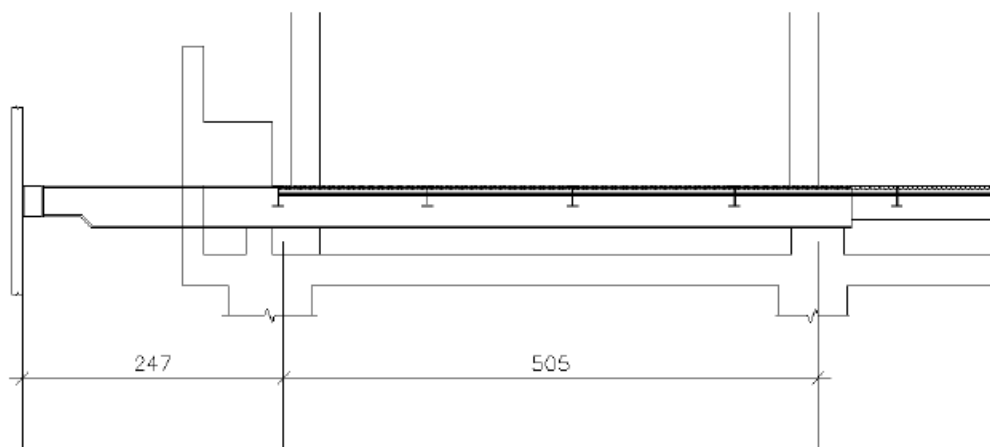


Figura c: Secondo modello completato

I profili utilizzati e le condizioni di vincolo rispecchiano pienamente quanto rappresentato nel progetto.

La singola trave HEB400 prende un carico di 6825 kg dal rapporto dei bracci di leva, la trave trasmette al pilastro circa 3400 kg di trazione:



Tale trazione, trascurando il peso di copertura, risulta efficacemente contrastata dal peso del nuovo e vecchio solaio su un'area di influenza pari a 2,5 x 4 metri

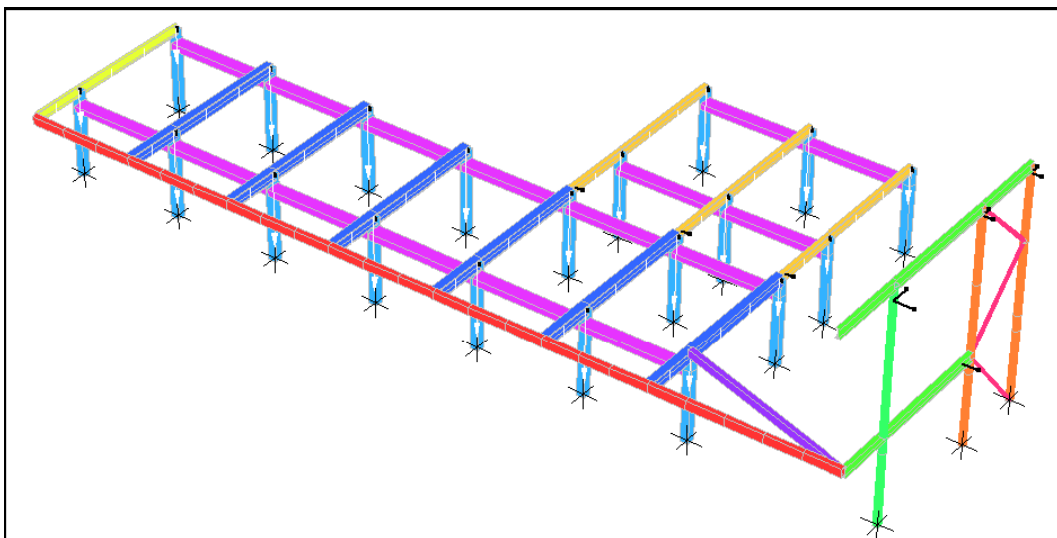
con un peso proprio totale stimabile al minimo in 535 kg/mq (§2) vale a dire una compressione stabilizzante di circa 5 Ton.

Risulta evidente che il pilastro terminale dell'edificio è soggetto alla stessa trazione (se non maggiore per la presenza di luce maggiorata nella campata terminale del tubo 200x300x12) e compressione stabilizzante dimezzata, con una conseguente trazione sul pilastro stimabile in circa 1750 kg.

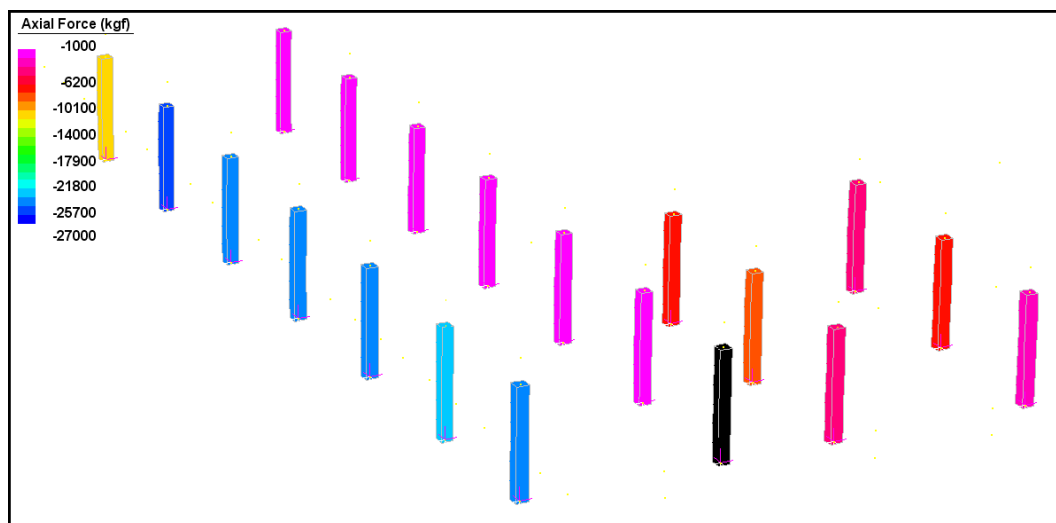
Le analisi fem a seguire mostrano esattamente i comportamenti riscontrati con modello di calcolo semplificato.

5.1.1.1 Trazione sui pilastri

Si esamini il primo modello



I pilastri risultano tutti compressi con più di 1 tonnellata fatta eccezione del pilastro in nero in trazione



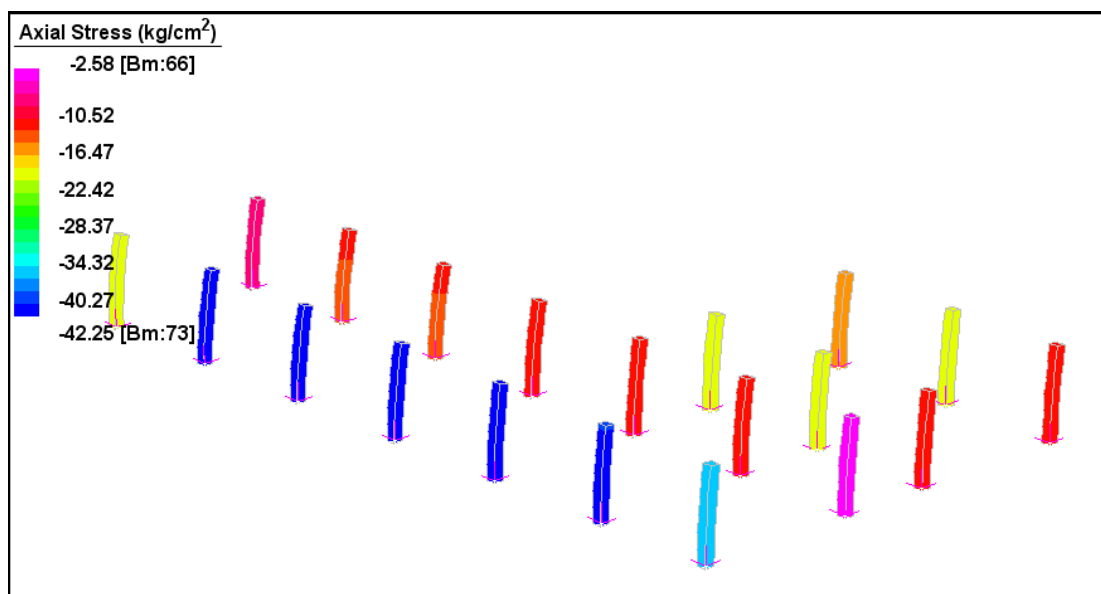
Pertanto il pilastro terminale, in assenza di informazioni relative all'armatura, necessita di collegamento a trazione alle travi del piano inferiore.

5.1.1.2 Verifica a Compressione

Nonostante le misurazioni in sito manifestino geometrie ben più generose, per uniformità con quanto riportato nella relazione tecnica del progetto strutturale, si verifica che, per i massimi carichi agenti sulla struttura, un pilastro 30x30 non assuma tensioni di compressioni eccessive.

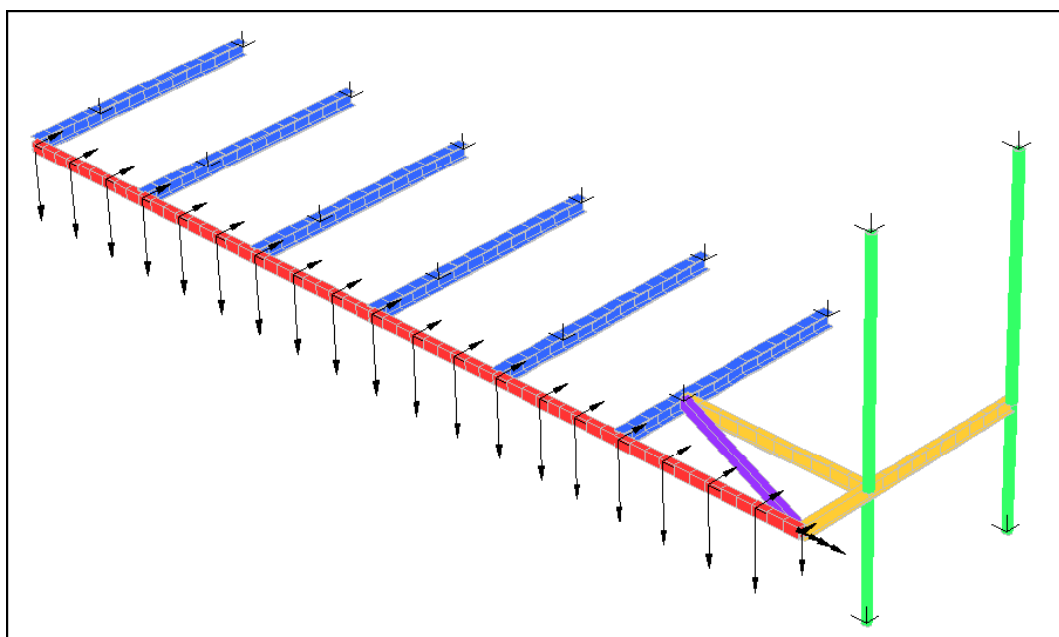
Il progettista dichiara una compressione semplice centrata massima pari a 41,12 kg/cm² in ipotesi di sezione quadrata 30 x30.

Le analisi fem manifestano un valore praticamente uguale pari a 42,25 kg/cm²

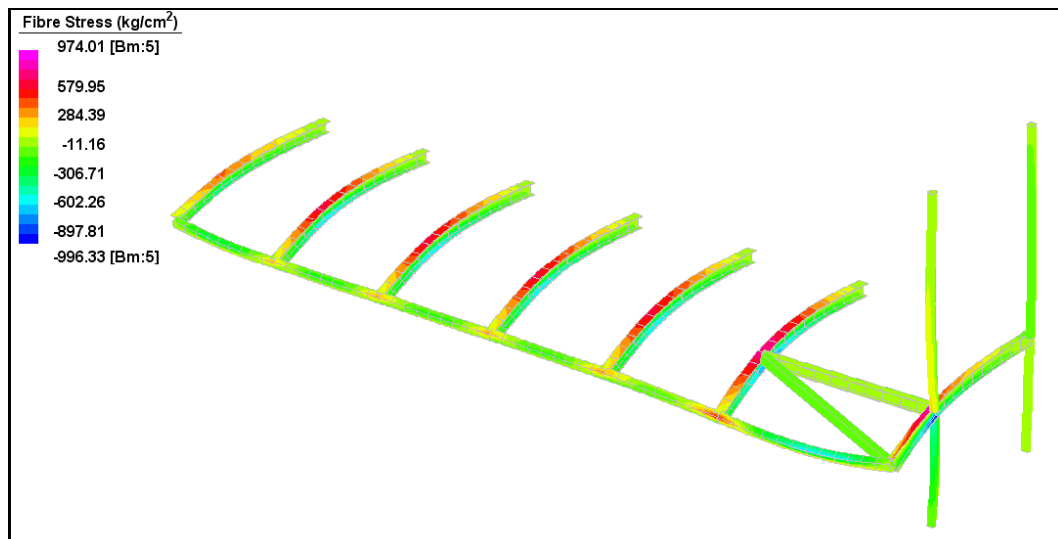


Si osserva che tale analisi non tiene conto delle componenti flessionali e delle eccentricità delle reazioni vincolari (analisi per compressione semplice).

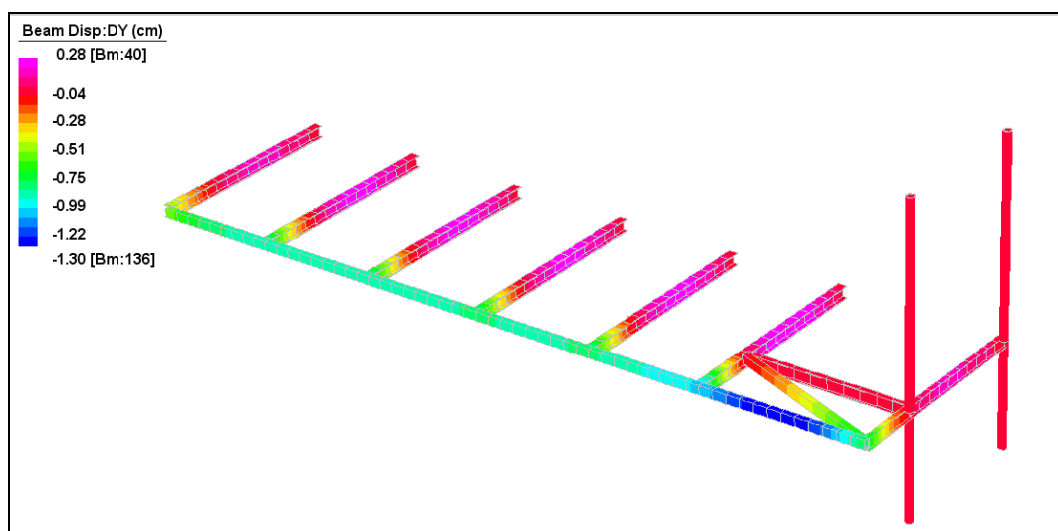
5.1.1.3 Descrizione del modello fem



Si ottengono tensioni normali dell'ordine dei 1000kg/cmq

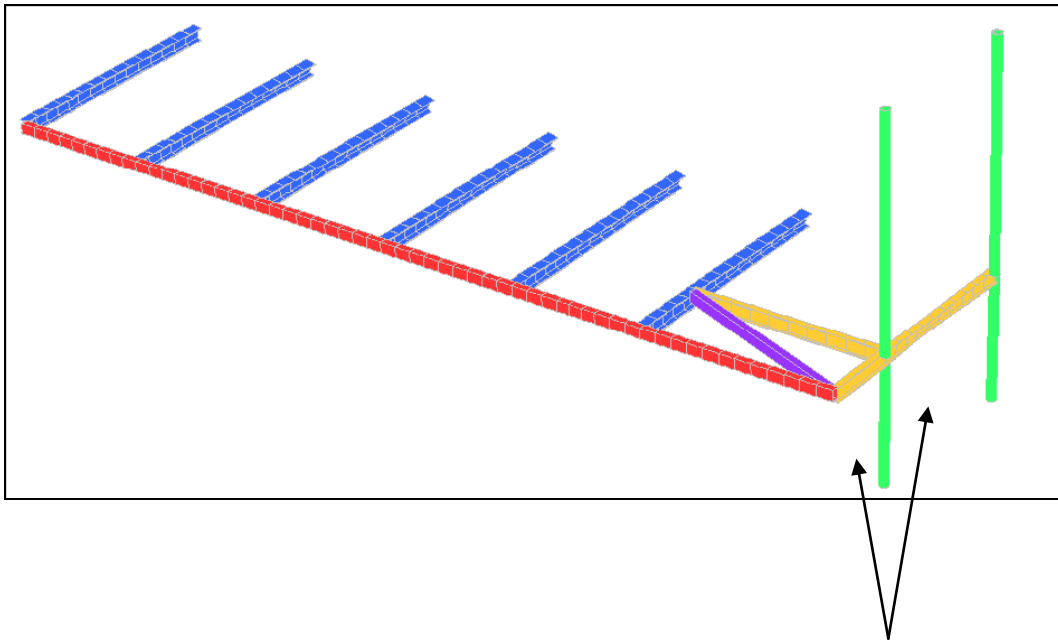


Tangenziali a torsione molto contenute e frecce massime minori del 350esimo della luce



con coefficienti di buckling sufficientemente elevati

10.3187

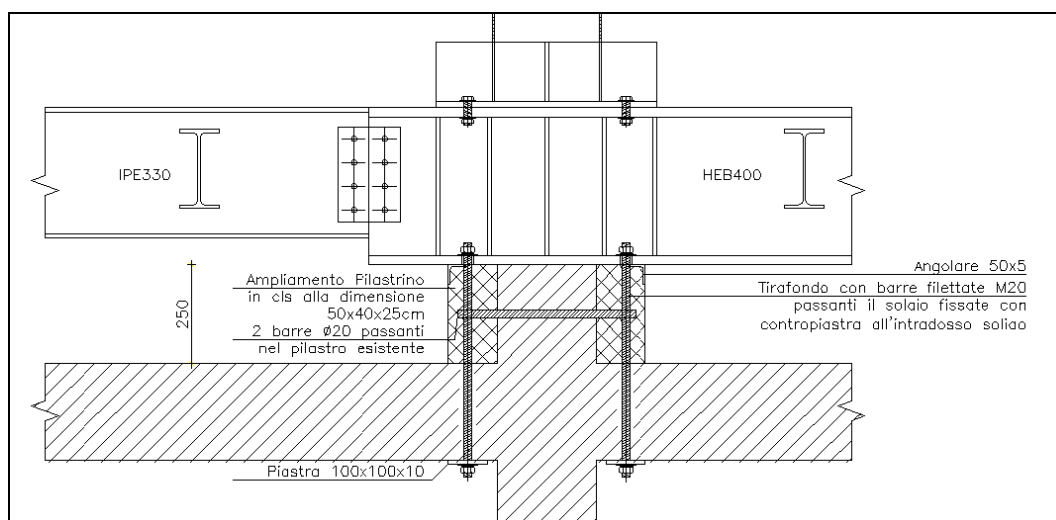


si evidenzia l'importanza dei collegamenti orizzontali del tubo di facciata a vano scale e struttura.

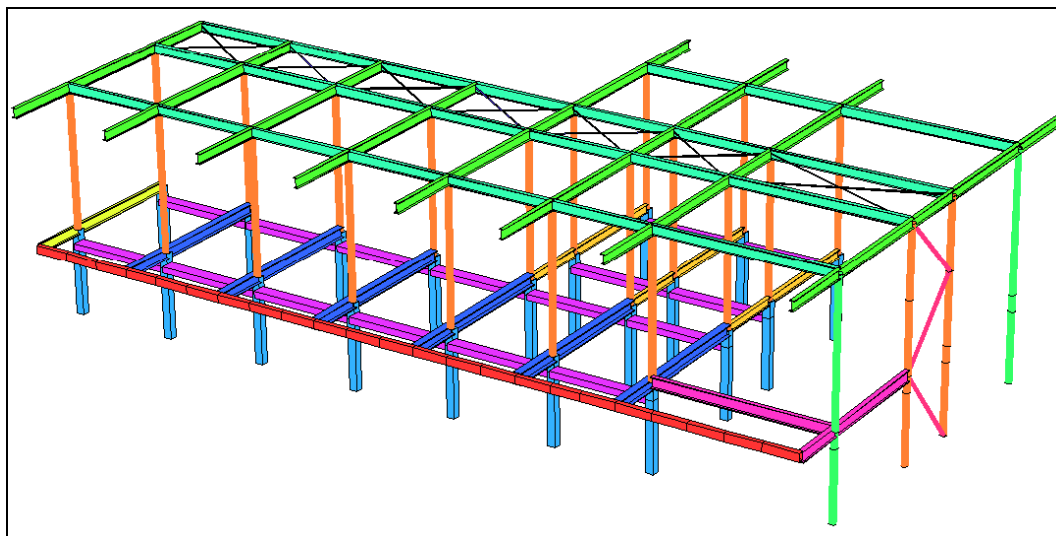
Allegati A, B, C: disegni strutturali.

5.1.1.4 Soluzioni Progettuali

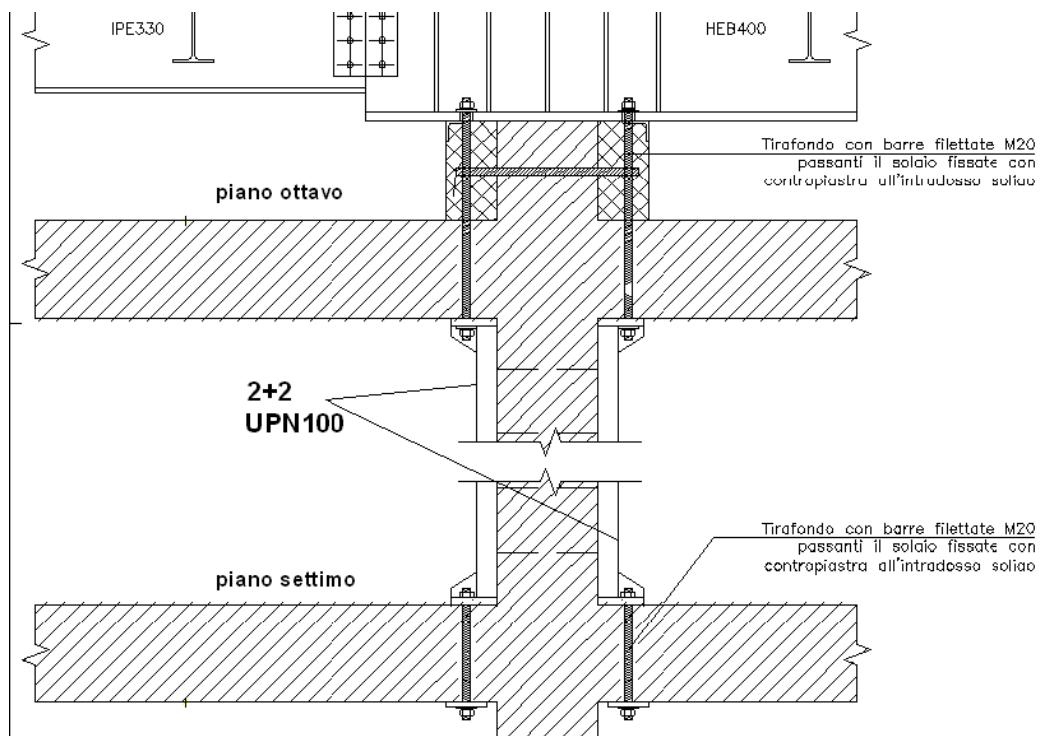
I pilastri lavorano a tassi di compressione modesta, con compressioni assiali contenute nell'ammissibile. Le connessioni a progetto delle travi HEB 400 con i pilastri:



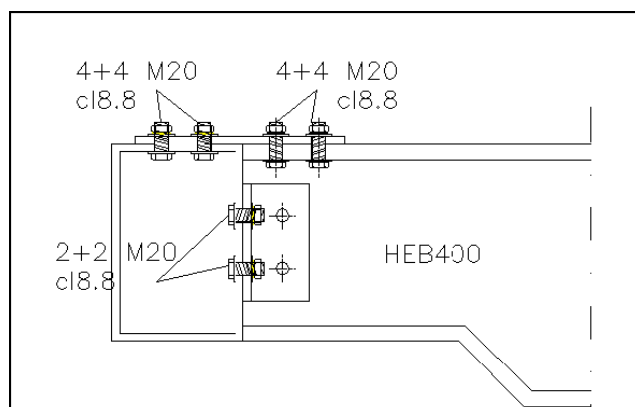
Risultano verificate e validabili, fatta eccezione per il pilastro terminale in trazione che necessita (per un'adeguata sicurezza) di una connessione verticale col piano settimo.



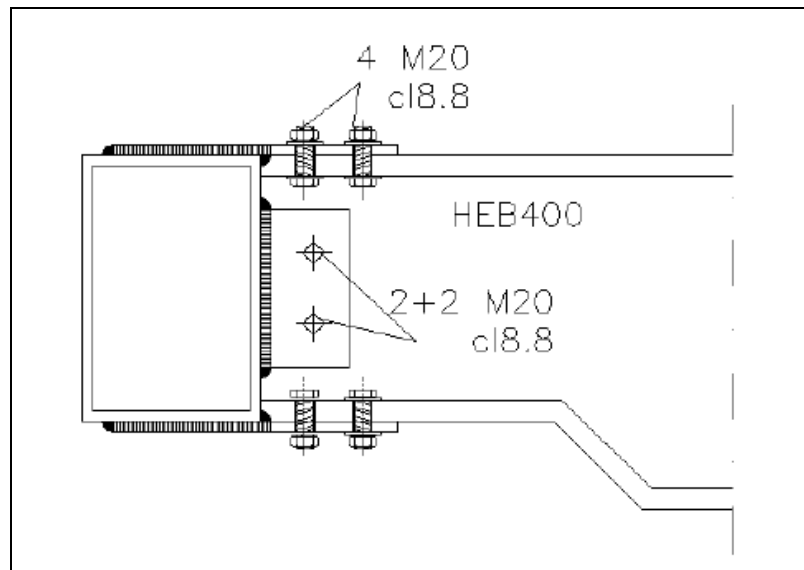
Si consideri la seguente connessione per il pilastro maggiormente sollecitato:



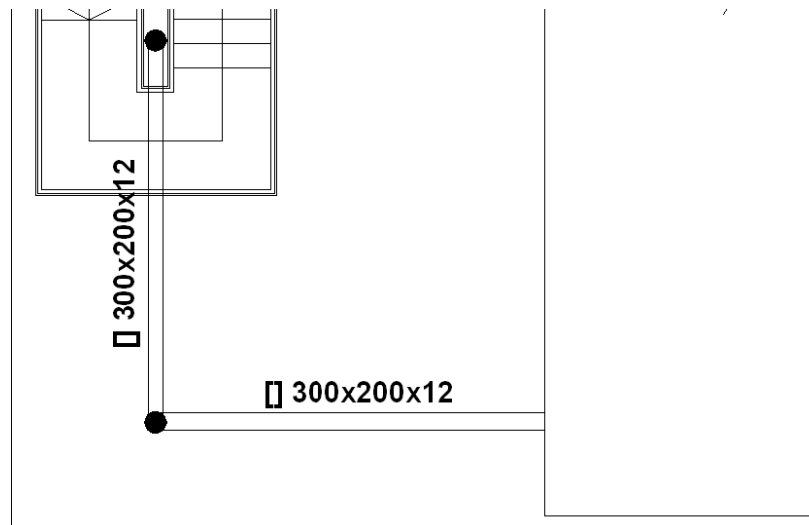
Per quanto concerne la connessione a progetto tra il tubolare 200x300x12-HEB 400 risulta verificata ma di difficile realizzazione pertanto si propongono due soluzioni:



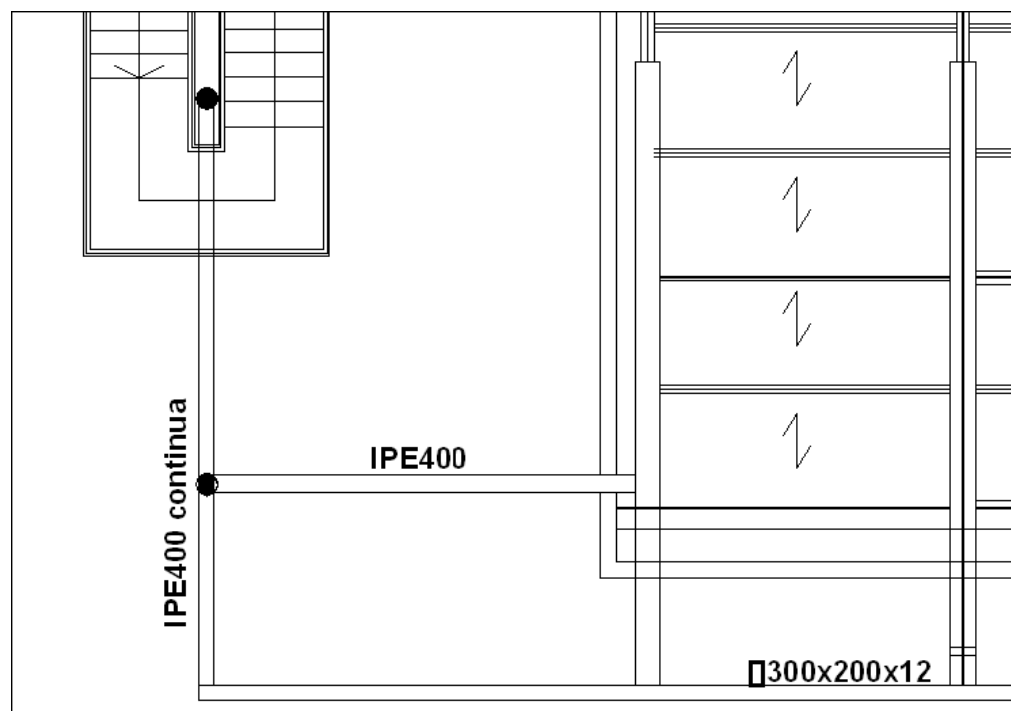
oppure saldare i piatti al tubo e bullonare solo sull'HEB400:



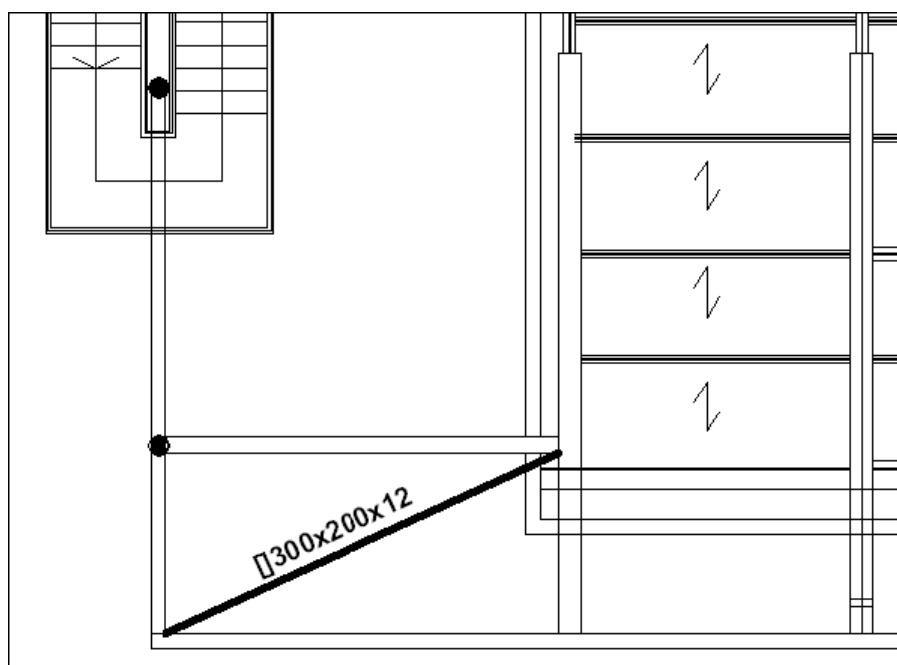
Si sottolinea l'importanza delle connessioni orizzontali fra ogni piano e il tubo in prossimità delle scale:



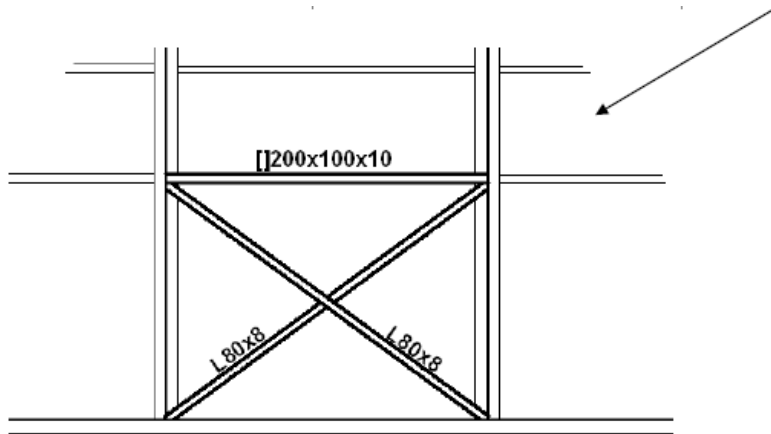
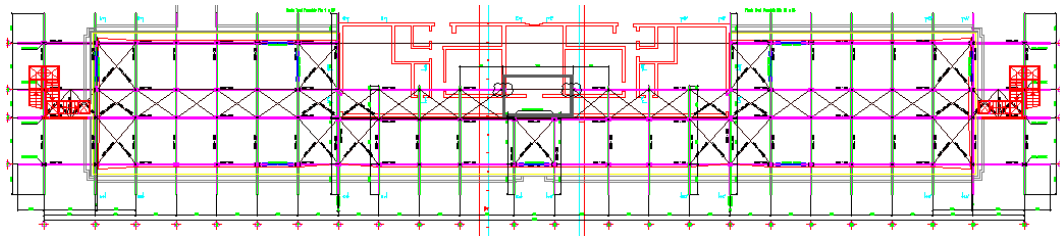
Si sottolinea l'importanza dei due profili in IPE400 di connessione a piano ottavo



e in sostituzione del tubo in diagonale a progetto



Si propone su ciascuno dei tre blocchi dell'edificio, divisi da giunto sismico, un sistema di diagonali atti a controventare nel piano gli sbalzi delle HEB400



5.1.2 Struttura metallica a sostegno della vetrata

La vetrata non può avere spostamenti orizzontali e verticali maggiori di 5-10 mm (su indicazione del Fornitore), pertanto non è possibile agganciare la struttura degli sporti ai corpi scale, che hanno spostamenti in sommità dell'ordine di qualche centimetro. Occorre pertanto realizzare una struttura autonoma agganciata al fabbricato principale, che sorreggerà la facciata sugli sporti. Ai piani sarà comunque necessario realizzare dei controventi atti ad assorbire le azioni orizzontali, che in corrispondenza del fabbricato vengono assorbite dalle pensiline del Fornitore. Su tali porzioni si è assunto un sovraccarico del vento come da "Norme tecniche per le costruzioni" 14/01/2008 e relativa circolare 617/2009 pari a 204 Kg/mq, non previsto in sede di progetto originale. Sono previsti anche nuovi tiranti di piano atti ad assorbire le azioni parallele alle facciate.

In tutte le passerelle sono stati inseriti controventi di piano utili ad assorbire le azioni sismiche e del vento agenti sulla vetrata in direzione parallela alla facciata: Tali elementi sono predisposti dal Fornitore.

5.1.2.1 Calcolo Strutturale

L'analisi sismica è stata sviluppata con il metodo dell'**analisi dinamica modale**:

- Struttura nr.5 piramidi: considerati nr.100 modi di vibrare la cui massa partecipante in percentuale è:

MODAL Acceleration UY 99.00 > 85%;

Devono essere considerati tutti i modi con massa partecipante significativa. È opportuno a tal riguardo considerare tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% e comunque un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore all'85%.

- Per la combinazione degli effetti relativi ai singoli modi utilizzata la combinazione quadratica completa degli effetti relativi (CQC):

$$E = \left(\sum_j \sum_i \rho_{ij} E_i E_j \right)^{0.5};$$

con:

E_i valore dell'effetto relativo al modo j ;

ρ_{ij} coefficiente di correlazione tra il modo i e il modo j , calcolato con formule di comprovata validità quale:

$$\rho_{ij} = \frac{8\varepsilon^2 \beta_{ij}^{3/2}}{(1 + \beta_{ij}) [(1 - \beta_{ij})^2 + 4\varepsilon^2 \beta_{ij}]}$$

ξ smorzamento viscoso dei modi i e j ;

β_{ij} è il rapporto tra l'inverso dei periodi di ciascuna coppia i - j di modi ($\beta_{ij} = T_j/T_i$).

I **parametri sismici utilizzati** nel calcolo considerata struttura non dissipativa:

1. $q = 1.00$ fattore di struttura
2. $q_v = 1.50$ fattore di forma per componente di sisma verticale
3. $T_B < T < T_C$

$$S_e(T) = a_g * S * \eta * F_0 = 0.049 * 1.500 * 1.00 * 2.656 = 0.195 * g$$

4. Peso parete da considerare:

$$W = (40 + 15) + 8 * (20 + 20 + 0.3 * 100) * \frac{1.2}{35} = \frac{75 daN}{m^2}$$

5. Spinta sismica max:

$$F(sisma) = 0.195 * 75 = 15 \frac{daN}{m^2}$$

6. Vento perpendicolare parete dir x:

$$Q_{3K} = 0.5 * 1.2 * (63 + 106) = 102 \frac{daN}{m^2} > F(sisma)$$

$$= 0.195 * 75 = 15 \frac{daN}{m^2}$$

7. Vento tangente alla parete dir y:

$$Q_{4K} = 0.5 * 0.01 * (63 + 106) = 1 \frac{daN}{m^2} < F(sisma)$$

$$= 0.195 * 75 = 15 \frac{daN}{m^2}$$

.

Come metodo di controllo semplificato, per la validazione dei risultati, si è considerato l'analisi delle reazioni al piede delle varie condizioni di carico. Il controllo permette di verificare la correttezza dell'input dei carichi e la bontà delle azioni sismiche come output dall'analisi modale.

Output programma di calcolo:

Taglio alla base				Verifica		
Carico	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Area [m ²]	Carico unit [kN/m ²]	Carico [kN]
G0k-pp	0.00	0.00	37.25			
G1k-vetro	0.00	0.00	124.13	9.50*32.50	0.40	124.00
Q1k-accdist	0.00	0.00	95.79	8*9.52*1.10	1.00	83.78
Q2k-acconc	0.00	0.00	123.56	8*7	2.00 kN	112
G2k-grigliato	0.00	0.00	19.02	8*9.52*1.10	0.20	16.70
Q3k-vento	-287.45	0.00	0.00	9.50*32.50	1.02	315.00
Q4k-ventoy	0.00	-3.07	0.00	9.50*32.50	0.01	2.62
E2k-sismay	0.00	9.23	0.01	9.50*32.50	0.15	46.30

La carpenteria è realizzata con acciaio di caratteristiche:

S 275 JR

Resistenza di calcolo:

$$f_d = f_y / \gamma M$$

per spessori $t < 40$ mm

$f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$ tensione di snervamento acciaio

$f_{tk} = 430 \text{ N/mm}^2$ tensione di rottura acciaio

per spessori $40 \text{ mm} < t < 80 \text{ mm}$

$f_{yk} = 255 \text{ N/mm}^2$ tensione di snervamento acciaio

$f_{tk} = 410 \text{ N/mm}^2$ tensione di rottura acciaio

$f_{tk} / f_{yk} > 1.20$

A% > 20% allungamento percentuale

S 355 JR

Resistenza di calcolo:

$f_d = f_y / \gamma_M$

per spessori $t < 40 \text{ mm}$

$f_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2$ tensione di snervamento acciaio

$f_{tk} = 510 \text{ N/mm}^2$ tensione di rottura acciaio

per spessori $40 \text{ mm} < t < 80 \text{ mm}$

$f_{yk} = 335 \text{ N/mm}^2$ tensione di snervamento acciaio

$f_{tk} = 470 \text{ N/mm}^2$ tensione di rottura acciaio

$f_{tk} / f_{yk} > 1.20$

A% > 20% allungamento percentuale.

Coefficienti di sicurezza per la resistenza delle membrane e la stabilità

Resistenza delle Sezioni di Classe 1-2-3-4: $\gamma_{M0} = 1.05$

Resistenza all'instabilità delle membrane: $\gamma_{M1} = 1.05$

Resistenza, nei riguardi della frattura, delle sezioni tese (indebolite dai fori):

$\gamma_{M2} = 1.25$

Le verifiche delle membrane sono state eseguite in campo elastico con riferimento al criterio, (secondo D.M. 2008 p.to 4.2.4.1.2 formula 4.2.5):

$$\sigma_{x,E_d}^2 + \sigma_{z,E_d}^2 + \sigma_{x,E_d} * \sigma_{z,E_d} + 3 * \tau_{E_d}^2 \leq (f_{yk} / \gamma_{MD})^2$$

Utilizzati bulloni per carpenteria metallica di classe 8.8 e classe 10.9:

Classe vite	(rottura) f_{tb} daN/cm ²	(snervamento) f_{yb} daN/cm ²	$F_{v,Rd}$ daN/cm ²	$F_{t,Rd}$ daN/cm ²
8.8	8.000	6.490	$0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2}$	$0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2}$
10.9	10.000	9.000	$0.5 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2}$	$0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2}$

 $\gamma_{M2} = 1.25$

coefficiente di sicurezza per la verifica dei bulloni

Coppie di serraggio dei bulloni:

Consigliabile serraggio tale da provocare una forza di trazione N_s nel gambo risulta:

$$N_s = 0.8 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res}$$

Coppia di serraggio T_s per indurre la forza normale N_s risulta:

$$T_s = 0.2 \cdot N_s \cdot d$$

d (mm)	A_{res} (mm ²)	T_s (N*m)		N_s (kN)	
		CL 8.8	CL 10.9	CL 8.8	CL 10.9
12	84	90	113	38	47
14	115	144	180	52	64
16	157	225	281	70	88
18	192	309	387	86	108
20	245	439	549	110	137
22	303	597	747	136	170
24	353	759	949	158	198
27	459	1.110	1.388	206	257
30	561	1.508	1.885	251	314

I profili in lega d'alluminio hanno le seguenti caratteristiche:

Stato fisico T5 – T6

Spessore estruso < 12 mm

Caratteristiche meccaniche:

$f_{0.2} > 145 \text{ N/mm}^2$ limite elastico convenzionale

$f_t > 195 \text{ N/mm}^2$ tensione di rottura a trazione

$f_d = \min [0.85 \cdot f_t; f_{0.2}] = 145 \text{ N/mm}^2$

resistenza di progetto

$\varepsilon_t > 11\%$ allungamento percentuale a rottura

Stato fisico T6

Spessore estruso < 12 mm

Caratteristiche meccaniche:

$f_{02} > 225 \text{ N/mm}^2$ limite elastico convenzionale

$f_t > 270 \text{ N/mm}^2$ tensione di rottura a trazione

$f_d = \min [0.85 \cdot f_t; f_{02}] = 225 \text{ N/mm}^2$

resistenza di progetto

$\varepsilon_t > 8\%$ allungamento percentuale a rottura

I pesi propri struttura sono suddivisi in:

1. Carichi in copertura:

G0k peso strutture acciaio-alluminio

G1k peso parete in vetro 8+8 mm = 40 daN/m^2

G2k peso grigliato passerelle = 20 daN/m^2

2. Azioni verticali dovute al carico accidentale:

carico accidentale distribuito: categoria H coperture accessibili per sola manutenzione: $Q1k = 100 \text{ daN/m}^2$

carico accidentale concentrato : categoria H coperture accessibili per sola manutenzione $Q2k = 200 \text{ daN}$

3. Azioni orizzontali dovute al vento:

$$p = q_b \times c_s \times c_p \times c_d$$

$$q_b = (v_b)^2 / 1.6$$

$$v_b = v_{b0}$$

$$a_s \leq a_0$$

$$v_b = v_{b0} + k_a (a_s - a_0)$$

$$a_0 \leq a_s \leq 1500 \text{ m}$$

ZONA 1 (Lombardia - Milano)

$$v_{b0} = 25 \text{ m/s}$$

$$a_0 = 1.000 \text{ m}$$

$$k_a = 0.010 \text{ 1/s}$$

$$q_b = (v_b)^2 / 1.6 = 39 \text{ daN/m}^2$$

$$c_s = K_r \times c_t \times \ln(z/z_0) \times (7 + c_t \ln(z/z_0)) \quad z > z_{min}$$

$$c_s = c_s(z_{min}) \quad z \leq z_{min}$$

Classe di rugosità B \longrightarrow area urbana

Categoria IV \longrightarrow costruzione oltre 30 km dalla costa

$$K_r = 0.22 \quad z_0 = 0.30 \text{ m} \quad z_{min} = 8.0 \text{ m}$$

$$z_m = 8.00 \text{ m} \quad c_s = 1.63$$

$$z_m = 35.00 \text{ m} \quad c_s = 2.71$$

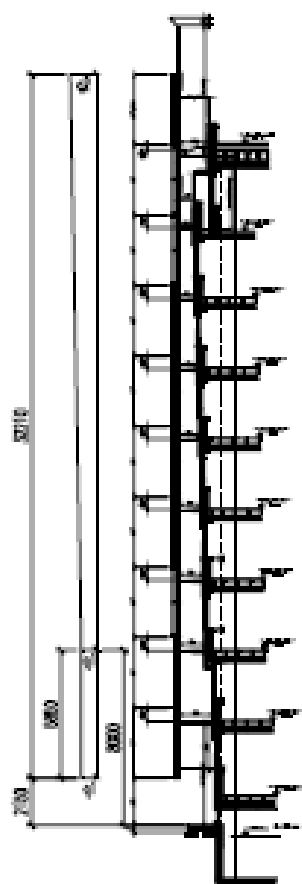
$$C_t = 1 \quad (\text{coefficiente di topografia})$$

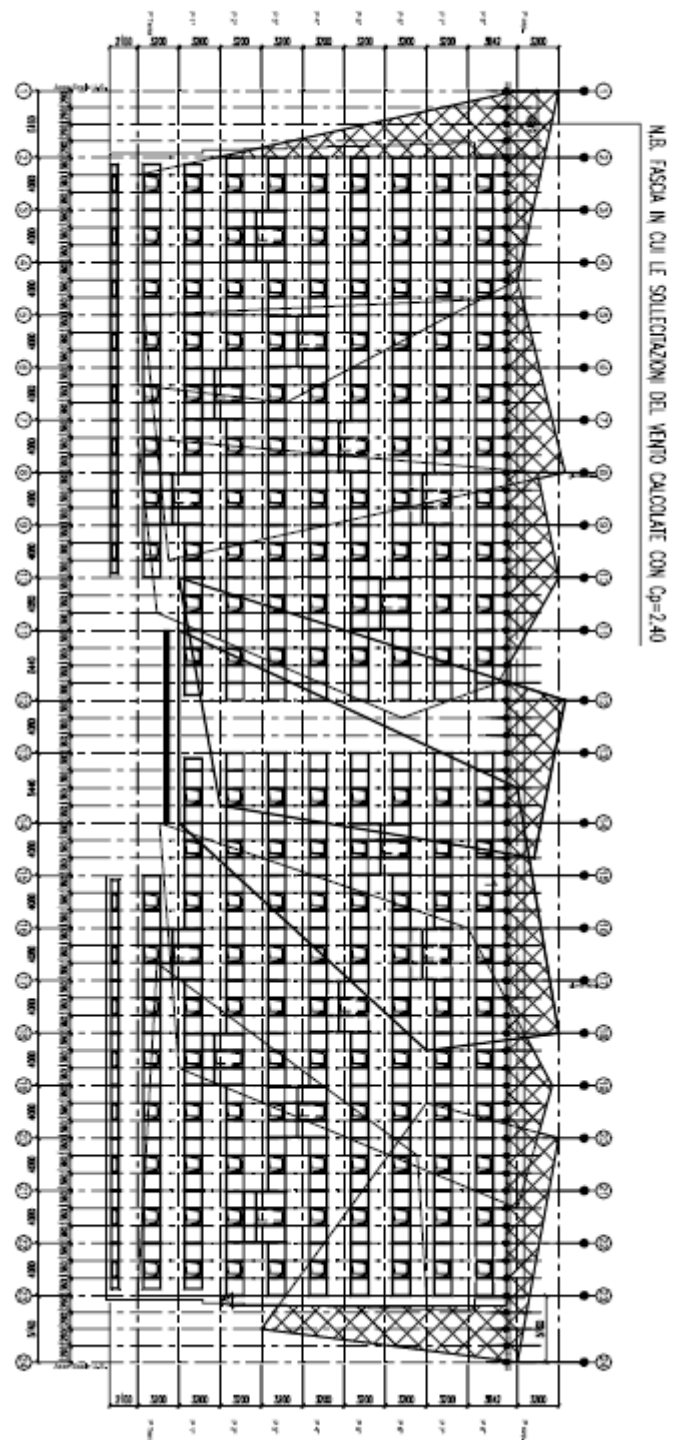
$$P = c_p \times c_s \times 39 \text{ daN/m}^2$$

Coefficienti di pressione utilizzati:

$c_p = +0.80$; $c_p = -0.40$; $c_t = 0.01$ (radente superficie liscia); su parete esistente

$c_p = 2.40$; su parti a sbalzo





4. Azioni dovute al sisma:

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

☐ Ricerca per coordinate
☒ Ricerca per comune

LONGITUDINE
9,1815

LATITUDINE
45,4773

REGIONE
Lombardia

PROVINCIA
Milano

COMUNE
Milano

Elaborazioni grafiche


Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Reticolo di riferimento



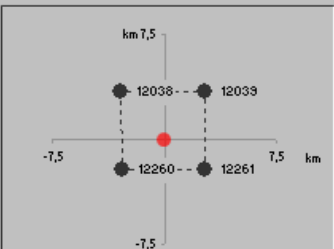
Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione

superficie rigata

Nodi del reticolo intorno al sito



La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_R info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	
SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="30"/>
SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="50"/>
Stati limite ultimi - SLU	
SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="475"/>
SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="975"/>

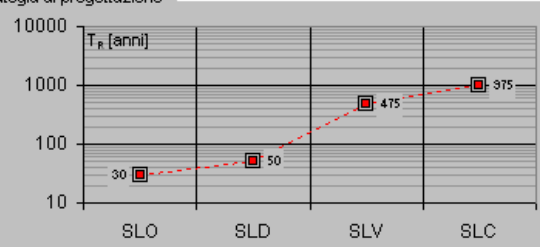
Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

--□-- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0.019	2.555	0.160
SLD	50	0.024	2.549	0.190
SLV	475	0.049	2.656	0.280
SLC	975	0.059	2.696	0.299

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** info

Categoria topografica **T1** info

$S_o = 1,500$

$C_o = 1,599$ info

$h/H = 0,000$

$S_T = 1,000$ info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

☒ Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%) **5**

$\eta = 1,000$ info

☐ Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_o **3**

Regol. in altezza **no** info

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore q **1,5**

$\eta = 0,667$ info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta info

Parametri e punti spettri di risposta info

— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

Spettri di risposta

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite:

SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.049g
F_o	2.656
T_c^*	0.280s
S_g	1.500
C_c	1.599
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.149s
T_C	0.447s
T_D	1.798s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_g \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0.55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c^* / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4.0 \cdot a_g / g + 1.6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.074
← T_B	0.149	0.197
T_C	0.447	0.197
	0.511	0.172
	0.576	0.153
	0.640	0.138
	0.704	0.125
	0.769	0.115
	0.833	0.106
	0.897	0.098
	0.962	0.092
	1.026	0.086
	1.090	0.081
	1.155	0.076
	1.219	0.072
	1.283	0.069
	1.348	0.065
	1.412	0.062
	1.476	0.060
	1.540	0.057
	1.605	0.055
	1.669	0.053
	1.733	0.051
← T_D	1.798	0.049
	1.903	0.044
	2.007	0.039
	2.112	0.035
	2.217	0.032
	2.322	0.029
	2.427	0.027
	2.532	0.025
	2.637	0.023
	2.742	0.021
	2.846	0.020
	2.951	0.018
	3.056	0.017
	3.161	0.016
	3.266	0.015
	3.371	0.014
	3.476	0.013
	3.581	0.012

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le vertiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_d(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

3.685	0.012
3.790	0.011
3.895	0.010
4.000	0.010

La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite:

SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_w	0.015g
S_B	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	0.797
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_B \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 § 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1.35 \cdot F_s \cdot \left(\frac{a_s}{g} \right)^{0.5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.015
← T_B	0.050	0.026
← T_C	0.150	0.026
	0.235	0.017
	0.320	0.012
	0.405	0.010
	0.490	0.008
	0.575	0.007
	0.660	0.006
	0.745	0.005
	0.830	0.005
	0.915	0.004
← T_D	1.000	0.004
	1.094	0.003
	1.188	0.003
	1.281	0.002
	1.375	0.002
	1.469	0.002
	1.563	0.002
	1.656	0.001
	1.750	0.001
	1.844	0.001
	1.938	0.001
	2.031	0.001
	2.125	0.001
	2.219	0.001
	2.313	0.001
	2.406	0.001
	2.500	0.001
	2.594	0.001
	2.688	0.001

2.875	0.000
2.969	0.000
3.063	0.000
3.156	0.000
3.250	0.000
3.344	0.000
3.438	0.000
3.531	0.000
3.625	0.000
3.719	0.000
3.813	0.000
3.906	0.000
4.000	0.000

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Considerando lo spettro di risposta orizzontale elastico con $q=1$

$$S_e(T) = a_g * S * \eta * F_0 = 0.049 * 1.500 * 1.00 * 2.656 = 0.195 * g$$

Peso parete da considerare:

$$W = (40 + 15) + 8 * (20 + 20 + 0.3 * 100) * \frac{1.2}{35} = 75 \text{ daN/m}^2$$

Spinta sismica max:

$$F(sisma) = 0.195 * 75 = 15 \text{ daN/m}^2$$

Vento perpendicolare parete dir x:

$$\begin{aligned} Q_{3K} &= 0.5 * 1.2 * (63 + 106) = 102 \frac{\text{daN}}{\text{m}^2} > F(sisma) \\ &= 0.195 * 75 = 15 \frac{\text{daN}}{\text{m}^2} \end{aligned}$$

Vento perpendicolare parete dir y

$$Q_{4K} = 0.5 * 0.01 * (63 + 106) = 1 \frac{\text{daN}}{\text{m}^2} < F(sisma)$$

$$= 0.195 * 75 = 15 \frac{daN}{m^2}$$

Pertanto:

- Spinta del vento preponderante rispetto alla spinta sismica in direzione x.
- Spinta del sisma preponderante rispetto alla spinta del vento in direzione y.

5. Combinazioni delle azioni:

SLU (stato limite ultimo) combinazione fondamentale

$$\gamma_{G1} * G_1 + \gamma_{G2} * G_2 + \gamma_P * P + \gamma_{Q1} * Q_{K1} + \gamma_{Q2} * \psi_{02} * Q_{K2} + \gamma_{Q3} * \psi_{03} * Q_{K3} + \dots$$

SLE (stato limite d'esercizio) combinazione rara

$$G_1 + G_2 + P + Q_{K1} + \psi_{02} * Q_{K2} + \psi_{03} * Q_{K3} + \dots$$

SLE (stato limite d'esercizio) combinazione frequente

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} * Q_{K1} + \psi_{22} * Q_{K2} + \psi_{23} * Q_{K3} + \dots$$

SLE (stato limite d'esercizio) combinazione quasi permanente

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} * Q_{K1} + \psi_{22} * Q_{K2} + \psi_{23} * Q_{K3} + \dots$$

SISMA (stato limite ultimo e d'esercizio riferito al sisma E)

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} * Q_{K1} + \psi_{22} * Q_{K2} + \psi_{23} * Q_{K3} + \dots$$

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

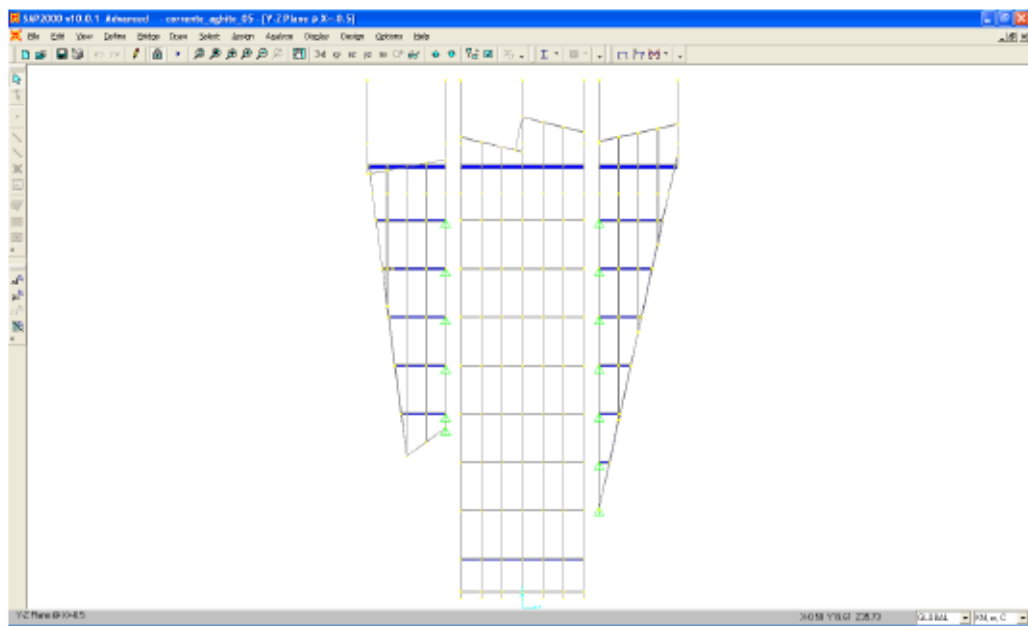
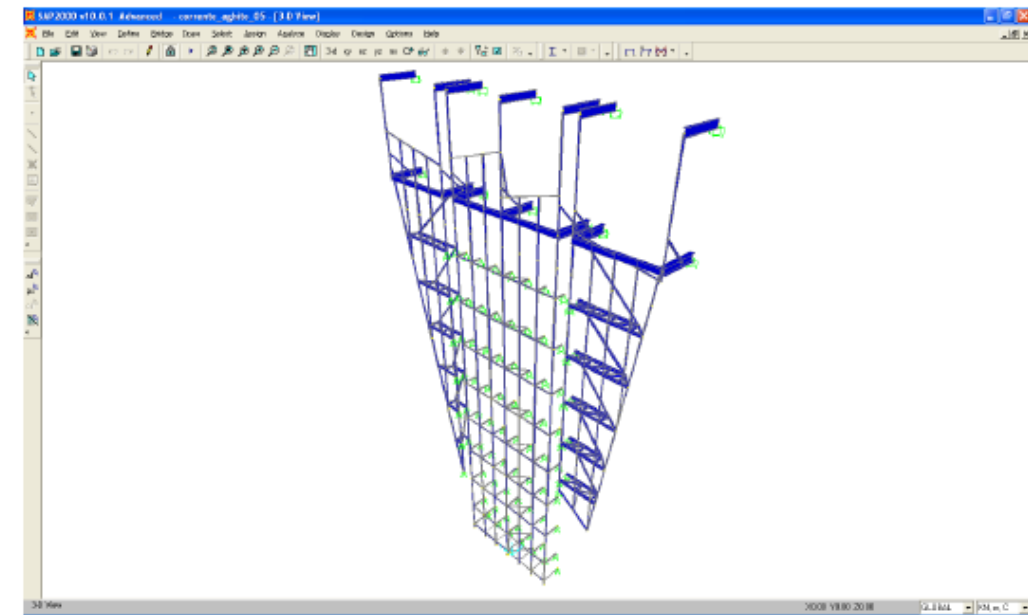
Sono stati indicati con G le azioni permanenti, con Q le azioni variabili, con E le azioni sismiche.

Stati limite Ultimi

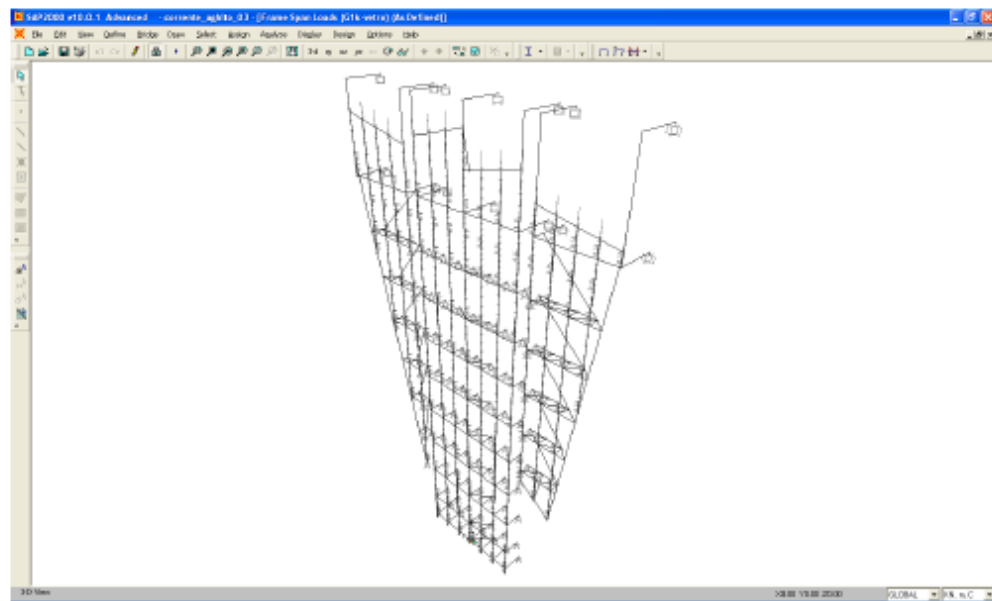
- stato limite di equilibrio come corpo rigido EQU
- stato limite della struttura compresi gli elementi di fondazione STR
- stato limite di resistenza del terreno GEO

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		γ_F		STR	GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0.9	1.0	1.0
	sfavorevoli		1.1	1.3	1.0
Carichi permanenti non strutturali	favorevoli	γ_{G2}	0.0	0.0	0.0
	sfavorevoli		1.5	1.5	1.3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Q1}	0.0	0.0	0.0
	sfavorevoli		1.5	1.5	1.3

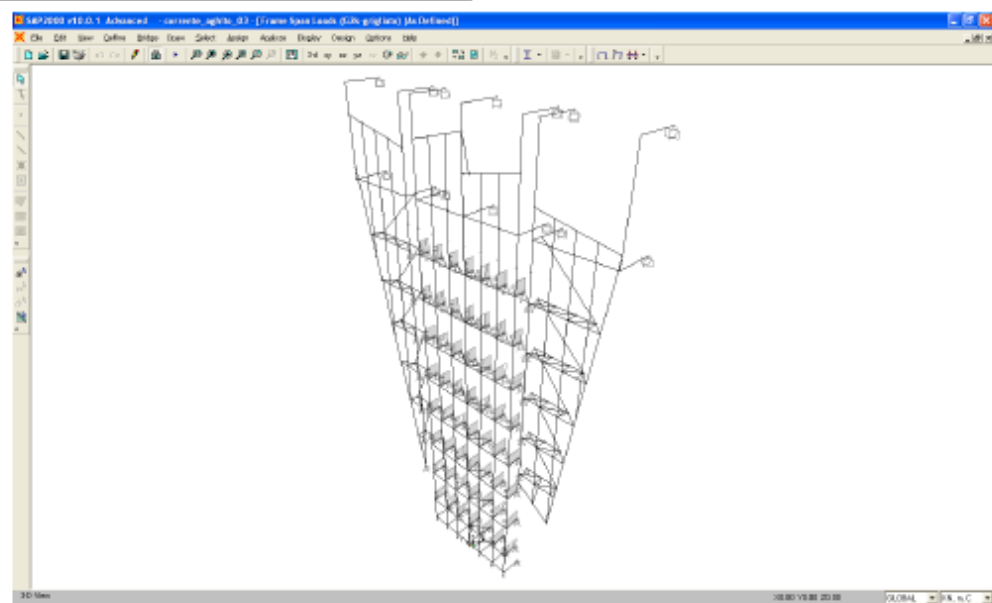
6.1.INPUT MODELLO FEM



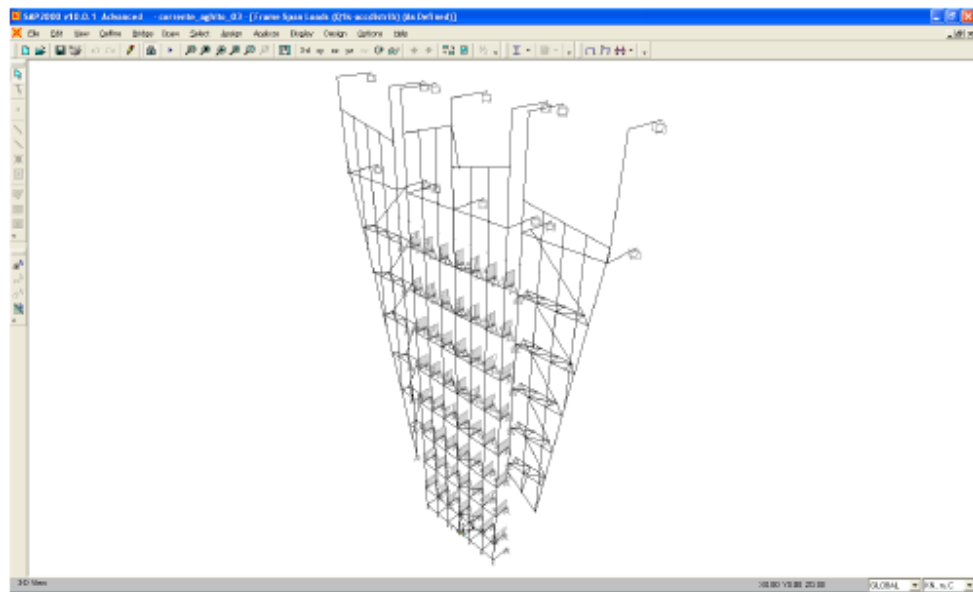
Schema applicazione G1k – peso parete in vetro.



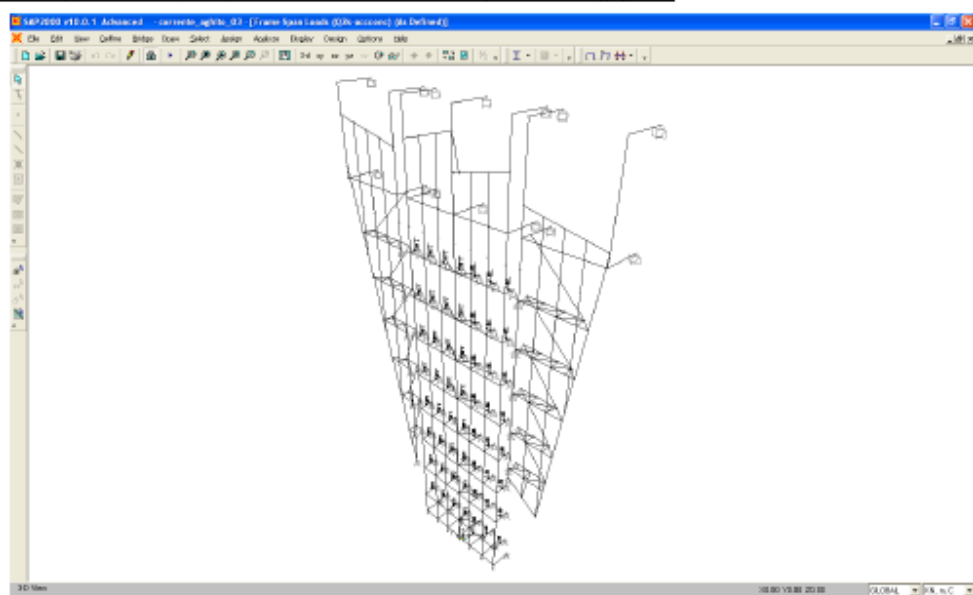
Schema applicazione G2k – peso passerelle in grigliato.

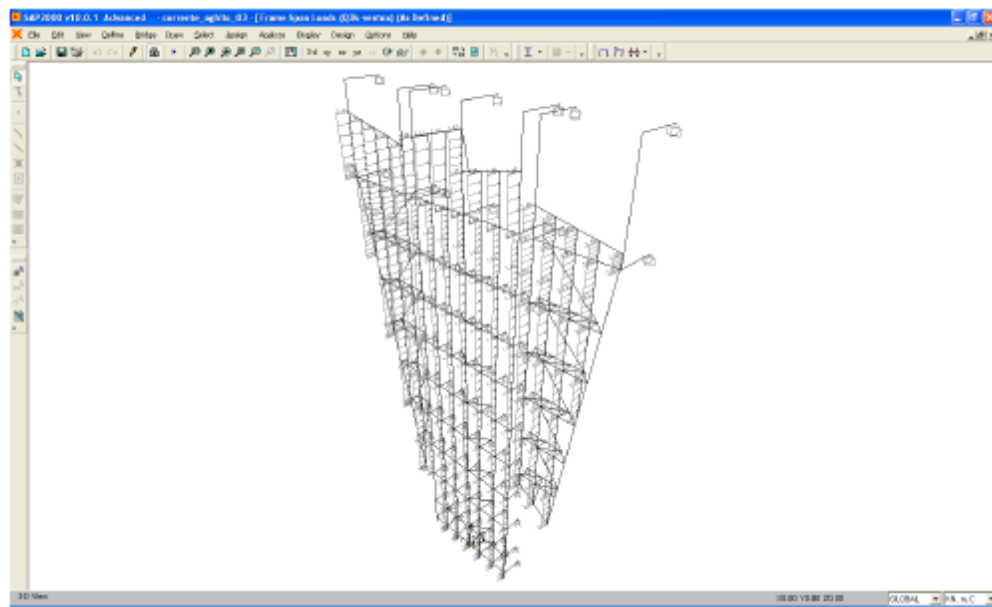
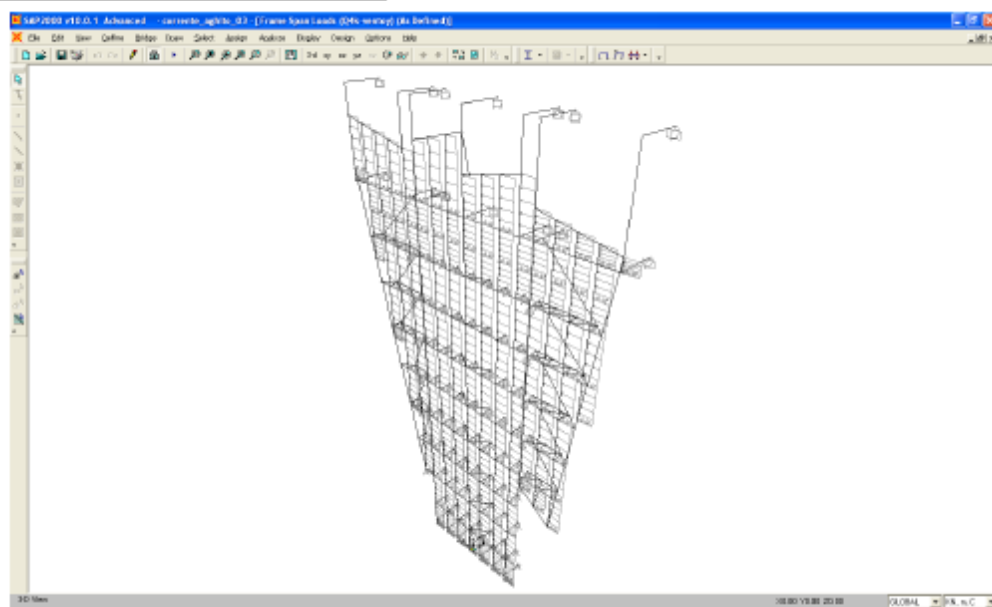


Schema applicazione Q1k – peso accidentale distribuito passerelle in grigliato.

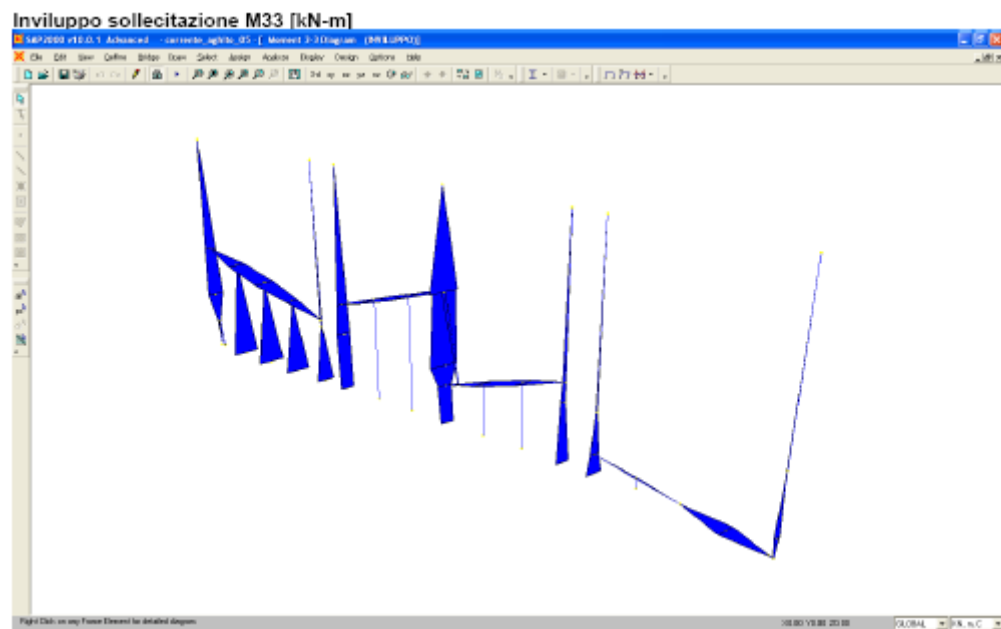
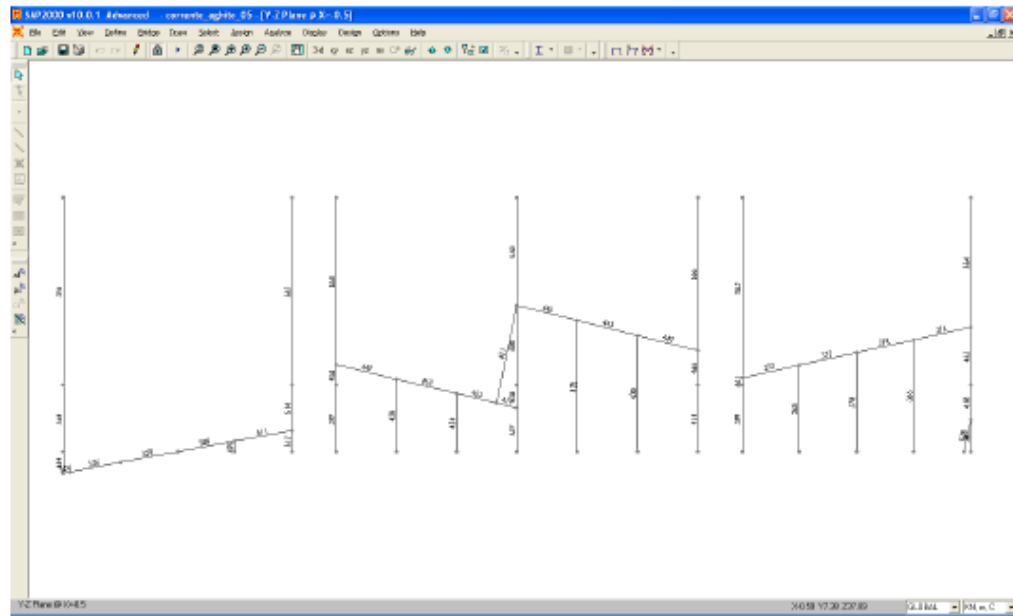


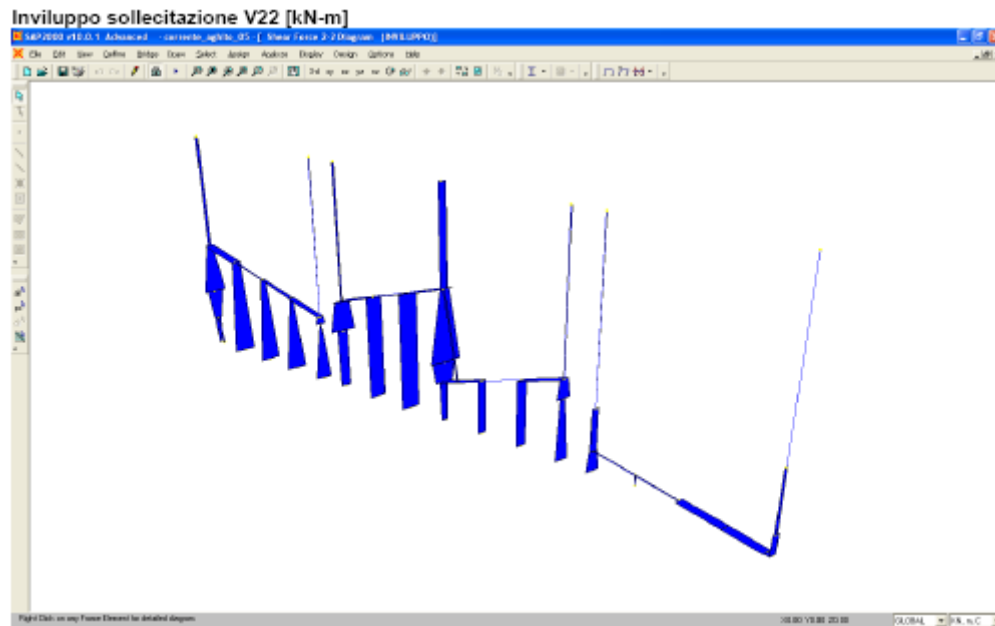
Schema applicazione Q2k – peso accidentale concentrato passerelle in grigliato.



Schema applicazione Q3k – vento direzione x.Schema applicazione Q4k – vento direzione y.

6.3. VERIFICA PROFILI IN ACCIAIO





Montante PL120*25 EI.560-527

Frame	Station	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
560	0.000	SLU1	-0.73	-1.76	0.03	-0.03	0.08	-4.28
560	2.430	SLU1	0.00	-1.76	0.03	-0.03	0.00	0.00
560	0.000	SLU2	-0.73	-1.71	0.03	-0.04	0.08	-4.16
560	2.430	SLU2	0.00	-1.71	0.03	-0.04	0.00	0.00
560	0.000	SLU3	-0.73	-2.75	0.03	-0.02	0.07	-6.69
560	2.430	SLU3	0.00	-2.75	0.03	-0.02	0.00	0.00
560	0.000	SLU4	-0.73	-2.72	0.03	-0.03	0.08	-6.60
560	2.430	SLU4	0.00	-2.72	0.03	-0.03	0.00	0.00
560	0.000	SLU5	-0.51	-2.94	0.02	0.00	0.05	-7.14
560	2.430	SLU5	0.00	-2.94	0.02	0.00	0.00	0.00
560	0.000	SLU6	-0.51	3.45	0.02	-0.06	0.04	8.38
560	2.430	SLU6	0.00	3.45	0.02	-0.06	0.00	0.00
560	0.000	SLU7	-0.73	0.47	0.02	-0.05	0.06	1.15
560	2.430	SLU7	0.00	0.47	0.02	-0.05	0.00	0.00
560	0.000	SLU8	-0.73	0.52	0.03	-0.06	0.06	1.27
560	2.430	SLU8	0.00	0.52	0.03	-0.06	0.00	0.00
560	0.000	SLU9	-0.73	0.44	0.02	-0.05	0.05	1.08
560	2.430	SLU9	0.00	0.44	0.02	-0.05	0.00	0.00
560	0.000	SLU10	-0.73	0.48	0.02	-0.05	0.05	1.16
560	2.430	SLU10	0.00	0.48	0.02	-0.05	0.00	0.00
560	0.000	SLU11	-0.51	0.26	0.01	-0.03	0.02	0.62
560	2.430	SLU11	0.00	0.26	0.01	-0.03	0.00	0.00
560	0.000	SLU12	-0.51	0.26	0.03	-0.03	0.07	0.62
560	2.430	SLU12	0.00	0.26	0.03	-0.03	0.00	0.00
560	0.000	E1	Max	-0.56	0.31	0.07	-0.03	0.17
560	2.430	E1	Max	0.00	0.31	0.07	-0.03	0.00
560	0.000	E1	Min	-0.56	0.30	-0.03	-0.04	0.74
560	2.430	E1	Min	0.00	0.30	-0.03	-0.04	0.00
560	0.000	E2	Max	-0.56	0.31	0.18	-0.03	0.44
560	2.430	E2	Max	0.00	0.31	0.18	-0.03	0.00
560	0.000	E2	Min	-0.56	0.30	-0.14	-0.04	0.74
560	2.430	E2	Min	0.00	0.30	-0.14	-0.04	0.00

Profilo utilizzato **PL 120x25 S275**

$$A = 30 \text{ cm}^2$$

$$W_x = 60 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 12.5 \text{ cm}^3$$

$$W_{plx} = 90 \text{ cm}^3$$

$$r_x = 3.46 \text{ cm}$$

$$W_{ply} = 18.8 \text{ cm}^3$$

$$r_y = 0.72 \text{ cm}$$

El.560

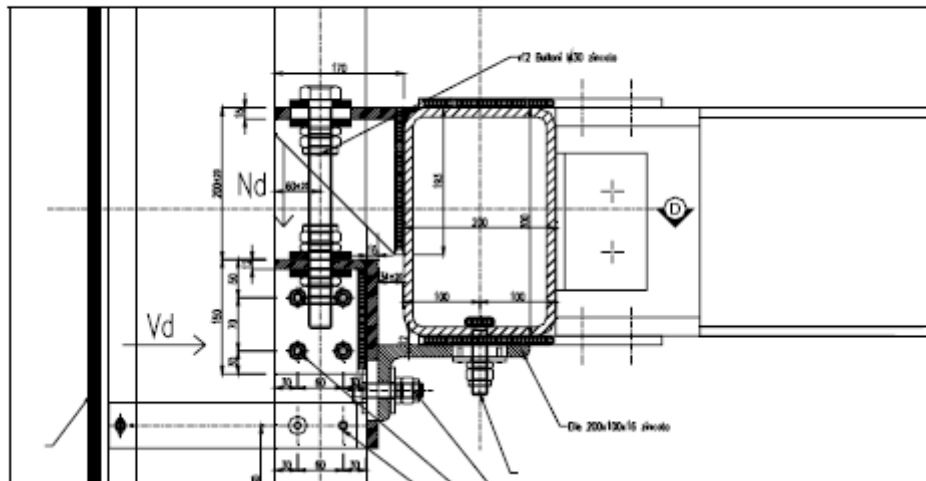
Verifica di resistenza:

$$\sigma = 0.51 \cdot 100/30 + 0.04 \cdot 100 \cdot 100/12.5 + 8.38 \cdot 100 \cdot 100/60 = 2 + 32 + 1.397 = 1.431 \text{ daN/cm}^2$$

$$\tau = 3.45 \cdot 100/30 = 12 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{id} = (1.431^2 + 3 \cdot 12^2)^{0.5} = 1.431 \text{ daN/cm}^2 < 2.750/1.05 = 2.619 \text{ daN/cm}^2$$

VERIFICA GIUNTO PL 120*25 – TUBO 300*200*12



Sollecitazioni massime su giunto:

$$Nd = 141 \text{ kN}$$

$$Vd = \pm 36.20 \text{ kN}$$

1. Carichi verticali assorbiti da nr.2 Bulloni M30 CL 8.8

$$A_{res} = 5,31 \text{ cm}^2$$

$$N_b = 141 \cdot 100/2 = 7.050 \text{ daN}$$

$$N_{bres} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 0.9 \cdot 8.000 \cdot 5.31 / 1.25 = 30.586 \text{ daN}$$

$$N_b = 141 \cdot 100/2 = 7.050 \text{ daN} < N_{bres} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 0.9 \cdot 8.000 \cdot 5.31 / 1.25 = 30.586 \text{ daN}$$

2. Verifica piastra scatolare saldata su Tubo 300*200*12

Caratteristiche statiche:

$$A = 2 \cdot 26.0 \cdot 1.5 + 10.0 \cdot 1.5 = 93 \text{ cm}^2 \quad y = 11 \text{ cm}$$

$$J = 6.285 \quad W_{min} = 6.285 / (26 - 11) = 419 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = 11 \cdot 7.050 / 419 = 185 \text{ daN/cm}^2$$

$$\tau = 7.050 / 93 = 76 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{id} = (185^2 + 3 \cdot 76^2)^{0.5} = 227 \text{ daN/cm}^2 < 2.750 / 1.05 = 2.619 \text{ daN/cm}^2$$

3. Carichi orizzontali assorbiti da nr.2 Bulloni M20 CL 8.8

$$A_{res} = 2.45 \text{ cm}^2$$

$$N_b = 36.20 \cdot 100 / 2 = 1.810 \text{ daN}$$

$$N_{bres} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} = \gamma M2 = 0.9 \cdot 8.000 \cdot 2.45 / 1.25 = 14.112 \text{ daN}$$

$$N_b = 36.20 \cdot 100 / 2 = 1.810 \text{ daN} < N_{bres} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} = \gamma M2 = 0.9 \cdot 8.000 \cdot 2.45 / 1.25 = 14.112 \text{ daN}$$

Traverso PL120*20

El.446

Frame	Station	Output	Case	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text		KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
446	0.000	SLU1		-0.07	5.01	0.23	-0.01	0.03	7.02
446	1.401	SLU1		0.03	5.01	-0.18	-0.01	0.00	0.00
446	0.000	SLU2		-0.08	5.01	0.23	-0.01	0.03	7.02
446	1.401	SLU2		0.02	5.01	-0.18	-0.01	0.00	0.00
446	0.000	SLU3		-0.07	7.15	0.23	-0.01	0.04	10.02
446	1.401	SLU3		0.03	7.15	-0.18	-0.01	0.00	0.00
446	0.000	SLU4		-0.07	7.15	0.23	-0.01	0.04	10.02
446	1.401	SLU4		0.03	7.15	-0.18	-0.01	0.00	0.00
446	0.000	SLU5		-0.04	7.15	0.16	-0.01	0.03	10.02
446	1.401	SLU5		0.03	7.15	-0.12	-0.01	0.00	0.00
446	0.000	SLU6		-0.05	-7.15	0.16	0.00	0.03	-10.02
446	1.401	SLU6		0.02	-7.15	-0.12	0.00	0.00	0.00
446	0.000	SLU7		-0.04	0.00	0.23	0.00	0.03	0.00
446	1.401	SLU7		0.06	0.00	-0.18	0.00	0.00	0.00
446	0.000	SLU8		-0.05	0.00	0.23	0.00	0.03	0.01
446	1.401	SLU8		0.05	0.00	-0.18	0.00	0.00	0.00
446	0.000	SLU9		-0.02	0.00	0.23	0.00	0.04	0.00
446	1.401	SLU9		0.08	0.00	-0.18	0.00	0.00	0.00
446	0.000	SLU10		-0.03	0.00	0.23	0.00	0.03	0.00
446	1.401	SLU10		0.07	0.00	-0.18	0.00	0.00	0.00
446	0.000	SLU11		0.00	0.00	0.16	0.00	0.03	0.00
446	1.401	SLU11		0.07	0.00	-0.12	0.00	0.00	0.00
446	0.000	SLU12		-0.10	0.00	0.16	0.00	0.03	0.00
446	1.401	SLU12		-0.03	0.00	-0.12	0.00	0.00	0.00
446	0.000	E1	Max	0.08	0.00	0.18	0.00	0.03	0.00
446	1.401	E1	Max	0.16	0.00	-0.14	0.00	0.00	0.00
446	0.000	E1	Min	-0.19	0.00	0.18	0.00	0.03	0.00
446	1.401	E1	Min	-0.12	0.00	-0.14	0.00	0.00	0.00
446	0.000	E2	Max	0.41	0.00	0.18	0.00	0.03	0.00
446	1.401	E2	Max	0.48	0.00	-0.14	0.00	0.00	0.00
446	0.000	E2	Min	-0.52	0.00	0.18	0.00	0.03	0.00
446	1.401	E2	Min	-0.44	0.00	-0.14	0.00	0.00	0.00

Profilo utilizzato **PL 120x20 S275**

$$A = 24 \text{ cm}^2$$

$$W_x = 48 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 8 \text{ cm}^3$$

$$W_{plx} = 72 \text{ cm}^3$$

$$W_{ply} = 12 \text{ cm}^3$$

$$r_x = 3.46 \text{ cm}$$

$$r_y = 0.58 \text{ cm}$$

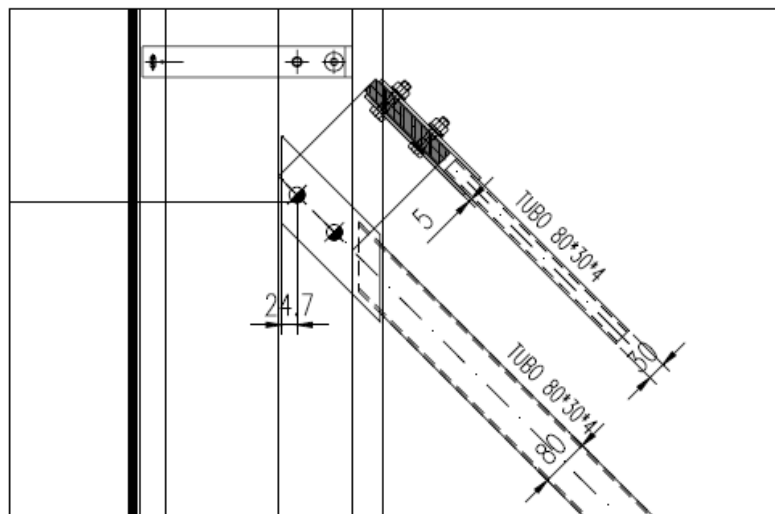
Verifica di resistenza:

$$\sigma = 0.05 \cdot 100 / 24 + 0.03 \cdot 100 \cdot 100 / 8 + 10.02 \cdot 100 \cdot 100 / 48 = 0 + 38 + 2.088 = 2.126 \text{ daN/cm}^2$$

$$\tau = 7.15 \cdot 100 / 24 = 30 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{id} = (2.127^2 + 3 \cdot 30^2)^{0.5} = 2.127 \text{ daN/cm}^2 < 2.750 / 1.05 = 2.619 \text{ daN/cm}^2$$

VERIFICA GIUNTO PL 120*25 – TUBO 80*30*4



Sollecitazioni massime su giunto:

$$N_d = 33.83 \text{ kN}$$

1. Carichi assiali assorbiti da nr.2 Bulloni M16 CL 8.8 Ares= 1.57 cm²

$$F_v = 33.83 \cdot 100 / 2 = 1.692 \text{ daN}$$

$$F_{vres} = 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 0.6 \cdot 8.000 \cdot 1.57 / 1.25 = 6.029 \text{ daN}$$

$$F_b = 0.5 \cdot 1.692 = 846 \text{ daN} < F_{Vres} = 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma M_2 = 0.6 \cdot 8.000 \cdot 1.57 / 1.25 = 6.029 \text{ daN}$$

$$F_{b,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t / \gamma M_2 = 2.50 \cdot 0.46 \cdot 4.300 \cdot 1.0 \cdot 1.6 / 1.25 = 6.330 \text{ daN}$$

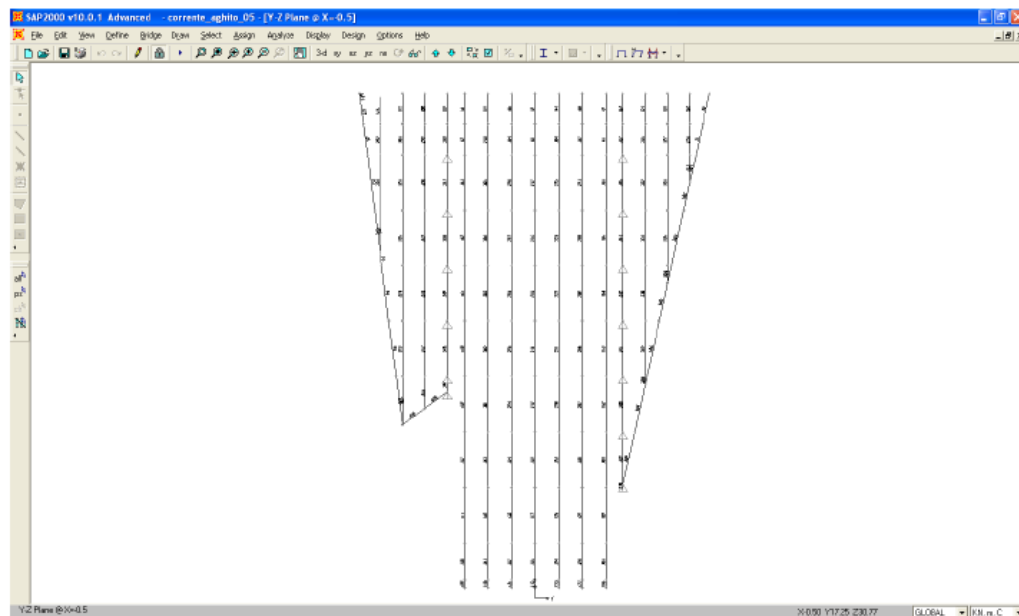
resistenza a rifollamento bullone ala

$$\alpha = \min[e_1 / (3 \cdot d_0); f_{tb} / f_t; 1] = \min[25 / 3 \cdot 18; 8.000 / 4.300; 1] = \min[0.46; 1.86; 1.0] = 0.46$$

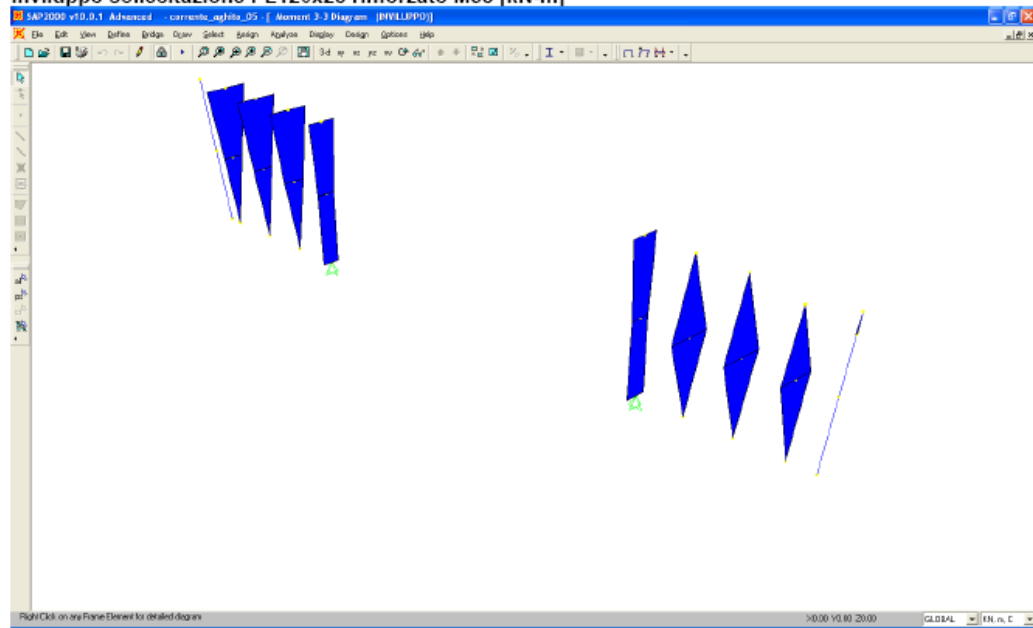
$$k = \min[2.8 \cdot e_2 / d_0 - 1.7; 2.5] = \min[2.8 \cdot 40 / 18 - 1.7; 2.5] = \min[4.52; 2.5] = 2.50$$

$$F_b = 1.692 \text{ daN} < F_{b,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t / \gamma M_2 = 2.50 \cdot 0.46 \cdot 4.300 \cdot 1.0 \cdot 1.6 / 1.25 = 6.330 \text{ daN}$$

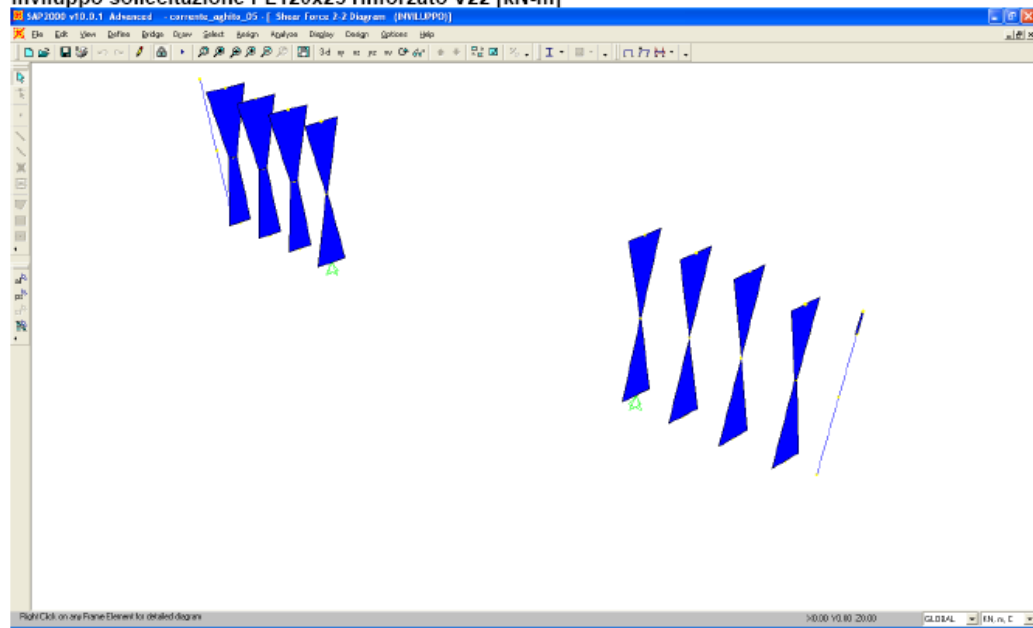
6.4. VERIFICA PROFILI IN ALLUMINIO



Involuppo sollecitazione PL120x25 rinforzato M33 [kN-m]



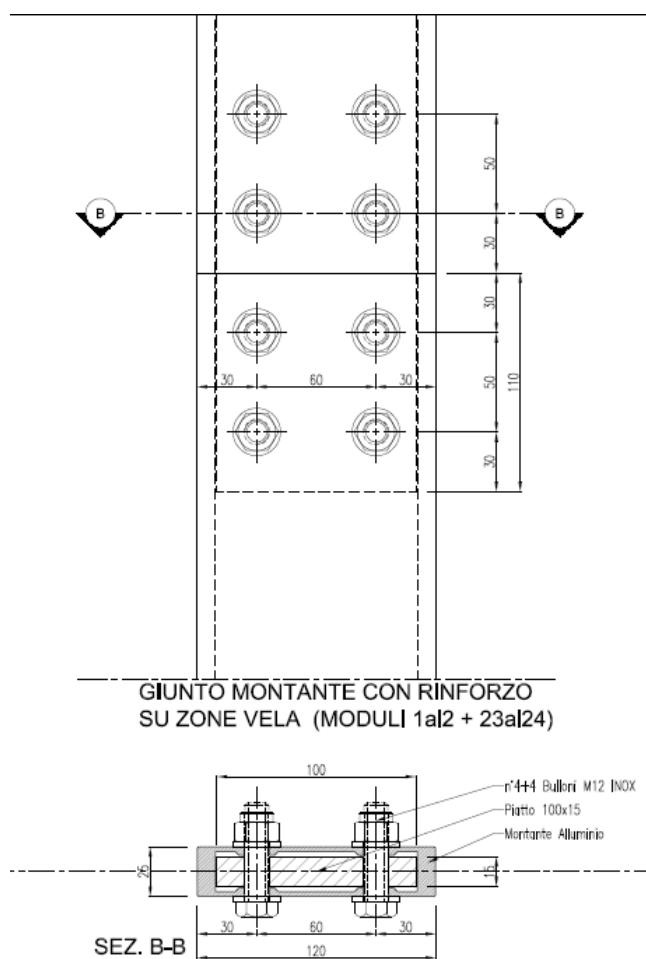
Involuppo sollecitazione PL120x25 rinforzato V22 [kN-m]



Profilo in alluminio – Montante 120*25 in alluminio + rinforzo centrale in acciaio PL 100x15

El.252

Frame	Station	OutputCase P	V2	V3	T	M2	M3	
Text	m	Text	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	
252	0.000	SLU1	-6.98	-1.34	0.00	0.02	0.00	-2.40
252	1.772	SLU1	-5.38	-6.86	0.00	0.02	0.00	4.85
252	0.000	SLU2	-6.98	-1.34	0.00	0.02	0.00	-2.40
252	1.772	SLU2	-5.38	-6.86	0.00	0.02	0.00	4.85
252	0.000	SLU3	-7.12	-1.93	0.00	0.02	0.00	-3.41
252	1.772	SLU3	-5.52	-9.81	0.00	0.02	0.00	6.95
252	0.000	SLU4	-7.12	-1.93	0.00	0.02	0.00	-3.41
252	1.772	SLU4	-5.52	-9.81	0.00	0.02	0.00	6.95
252	0.000	SLU5	-5.08	-1.93	0.00	0.02	0.00	-3.41
252	1.772	SLU5	-3.97	-9.82	0.00	0.02	0.00	6.97
252	0.000	SLU6	-4.12	1.95	0.00	-0.02	0.00	3.37
252	1.772	SLU6	-3.01	9.84	0.00	-0.02	0.00	-7.04
252	0.000	SLU7	-6.68	0.01	-0.01	0.00	-0.01	-0.02
252	1.772	SLU7	-5.08	0.01	-0.03	0.00	0.02	-0.05
252	0.000	SLU8	-6.68	0.01	-0.01	0.00	-0.01	-0.02
252	1.772	SLU8	-5.08	0.01	-0.03	0.00	0.02	-0.05
252	0.000	SLU9	-6.70	0.01	-0.01	0.00	-0.02	-0.02
252	1.772	SLU9	-5.10	0.01	-0.05	0.00	0.03	-0.05
252	0.000	SLU10	-6.70	0.01	-0.01	0.00	-0.02	-0.02
252	1.772	SLU10	-5.10	0.01	-0.05	0.00	0.03	-0.05
252	0.000	SLU11	-4.66	0.01	-0.01	0.00	-0.02	-0.02
252	1.772	SLU11	-3.55	0.01	-0.05	0.00	0.03	-0.03
252	0.000	SLU12	-4.54	0.01	0.01	0.00	0.02	-0.02
252	1.772	SLU12	-3.43	0.01	0.05	0.00	-0.04	-0.03
252	0.000	E1	Max	-5.04	0.01	0.00	0.00	-0.02
252	1.772	E1	Max	-3.81	0.01	0.00	0.00	-0.04
252	0.000	E1	Min	-5.18	0.01	0.00	0.00	-0.02
252	1.772	E1	Min	-3.95	0.01	0.00	0.00	-0.04
252	0.000	E2	Max	-4.88	0.01	0.00	0.00	-0.02
252	1.772	E2	Max	-3.64	0.01	0.00	0.00	-0.04
252	0.000	E2	Min	-5.34	0.01	0.00	0.00	-0.02
252	1.772	E2	Min	-4.11	0.01	0.00	0.00	-0.04

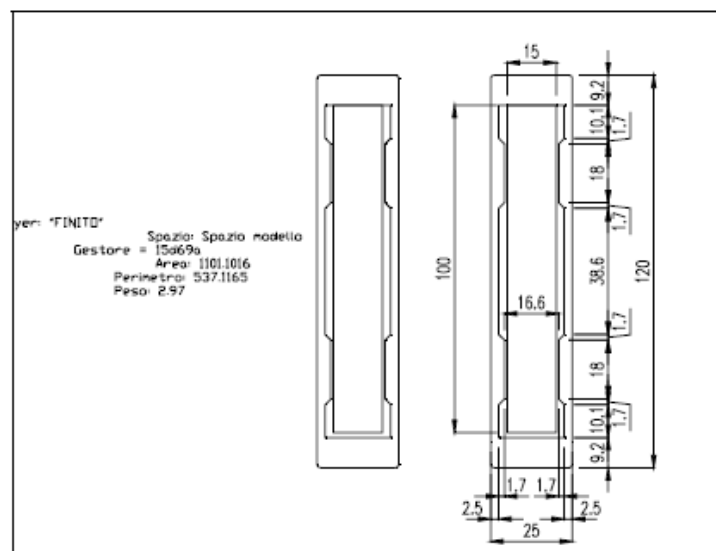


Property Data

Section Name:

Properties

Cross-section (axial) area	<input type="text" value="54.0701"/>	Section modulus about 3 axis	<input type="text" value="92.5795"/>
Torsional constant	<input type="text" value="60.4677"/>	Section modulus about 2 axis	<input type="text" value="14.5312"/>
Moment of Inertia about 3 axis	<input type="text" value="555.4772"/>	Plastic modulus about 3 axis	<input type="text" value="79.242"/>
Moment of Inertia about 2 axis	<input type="text" value="18.164"/>	Plastic modulus about 2 axis	<input type="text" value="15.4929"/>
Shear area in 2 direction	<input type="text" value="43.4511"/>	Radius of Gyration about 3 axis	<input type="text" value="3.2052"/>
Shear area in 3 direction	<input type="text" value="40.4911"/>	Radius of Gyration about 2 axis	<input type="text" value="0.5796"/>



Caratteristiche di resistenza della matrice:

$$A = 54.07 \text{ cm}^2$$

$$W_x = 92.6 \text{ cm}^3 \quad A_t = 51 \text{ cm}^2$$

$$W_y = 14.5 \text{ cm}^3$$

Verifica di resistenza:

Incremento di M3 per carico eccentrico:

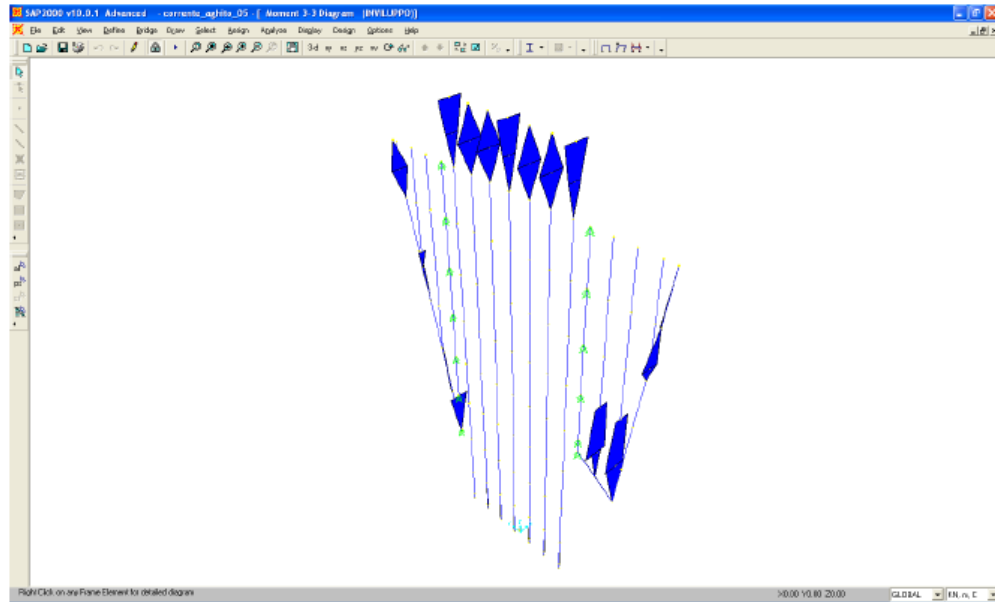
$$\Delta M3 = 0.242 \cdot (1.36 \cdot 1.60 \cdot 0.50) = 0.263 \text{ kNm}$$

$$\sigma = 3.97 \cdot 100 / 54.07 + (6.97 + 0.263) \cdot 100 \cdot 100 / 92.6 = 7 + 781 = 788 \text{ daN/cm}^2$$

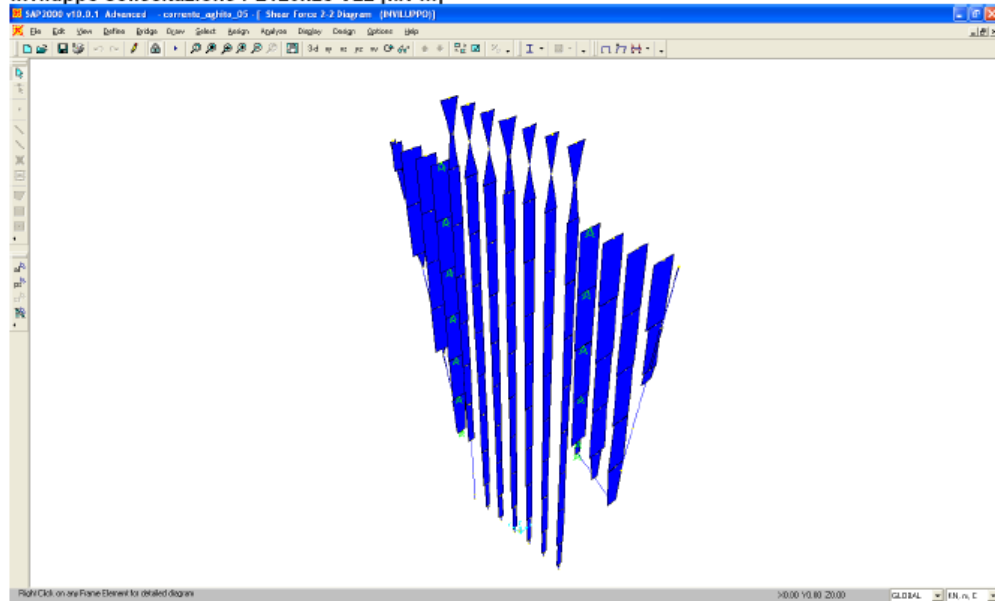
$$\tau = 9.82 \cdot 100 / 51.00 = 20 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{id} = (788^2 + 3 \cdot 20^2)^{0.5} = 789 \text{ daN/cm}^2 < 1.450/1.05 = 1.381 \text{ daN/cm}^2$$

Involuppo sollecitazione PL120x25 M33 [kN-m]



Involuppo sollecitazione PL120x25 V22 [kN-m]



Profilo in alluminio – Montante 120*25 in alluminio
EI.92

Frame	Station	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
92	0.000	SLU1	30.27	-0.56	0.00	0.00	0.00	-1.64
92	1.772	SLU1	31.60	-3.60	0.00	0.00	0.00	2.04
92	0.000	SLU2	34.11	-0.55	0.00	0.00	0.00	-1.66
92	1.772	SLU2	35.44	-3.59	0.00	0.00	0.00	2.00
92	0.000	SLU3	27.82	-0.86	0.00	0.00	0.00	-2.24
92	1.772	SLU3	29.15	-5.20	0.00	0.00	0.00	3.11
92	0.000	SLU4	30.51	-0.85	0.00	0.00	0.00	-2.25
92	1.772	SLU4	31.84	-5.19	0.00	0.00	0.00	3.08
92	0.000	SLU5	15.31	-0.90	0.00	0.00	0.00	-2.16
92	1.772	SLU5	16.23	-5.25	0.00	0.00	0.00	3.27
92	0.000	SLU6	15.31	1.02	0.00	0.00	0.00	1.95
92	1.772	SLU6	16.23	5.37	0.00	0.00	0.00	-3.70
92	0.000	SLU7	30.27	0.11	-0.01	0.00	-0.01	-0.20
92	1.772	SLU7	31.60	0.11	-0.03	0.00	0.02	-0.40
92	0.000	SLU8	34.11	0.12	-0.01	0.00	-0.01	-0.22
92	1.772	SLU8	35.44	0.12	-0.03	0.00	0.02	-0.44
92	0.000	SLU9	27.82	0.10	-0.01	0.00	-0.02	-0.19
92	1.772	SLU9	29.15	0.10	-0.05	0.00	0.04	-0.37
92	0.000	SLU10	30.51	0.11	-0.01	0.00	-0.02	-0.20
92	1.772	SLU10	31.84	0.11	-0.05	0.00	0.04	-0.40
92	0.000	SLU11	15.31	0.06	-0.01	0.00	-0.02	-0.11
92	1.772	SLU11	16.23	0.06	-0.05	0.00	0.04	-0.21
92	0.000	SLU12	15.31	0.06	0.01	0.00	0.02	-0.11
92	1.772	SLU12	16.23	0.06	0.05	0.00	-0.03	-0.21
92	0.000	E1	Max	18.64	0.07	0.04	0.03	-0.13
92	1.772	E1	Max	19.66	0.07	0.04	0.04	-0.26
92	0.000	E1	Min	18.64	0.07	-0.04	-0.03	-0.13
92	1.772	E1	Min	19.66	0.07	-0.04	-0.04	-0.26
92	0.000	E2	Max	18.64	0.07	0.13	0.11	-0.13
92	1.772	E2	Max	19.66	0.07	0.13	0.13	-0.26
92	0.000	E2	Min	18.64	0.07	-0.13	-0.11	-0.13
92	1.772	E2	Min	19.66	0.07	-0.13	-0.13	-0.26

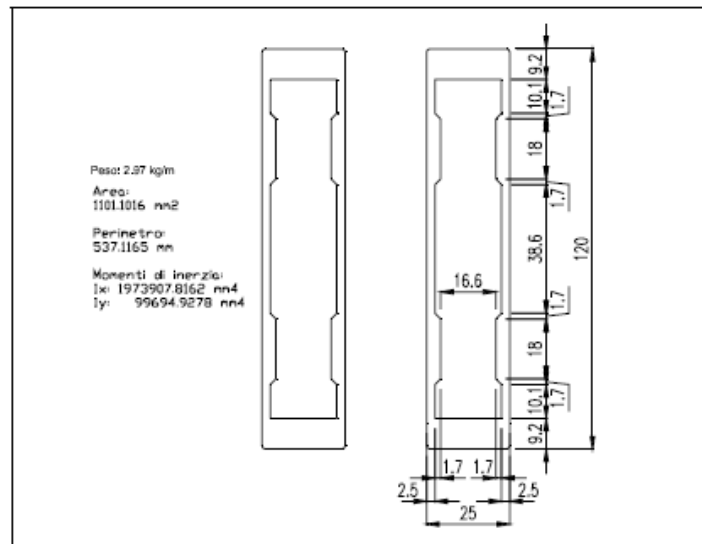
Property Data

Section Name:

Properties

Cross-section (axial) area	9.68	Section modulus about 3 axis	30.8674
Torsional constant	1.1668	Section modulus about 2 axis	7.0813
Moment of Inertia about 3 axis	185.2047	Plastic modulus about 3 axis	38.3872
Moment of Inertia about 2 axis	8.8517	Plastic modulus about 2 axis	8.59
Shear area in 2 direction	485.8047	Radius of Gyration about 3 axis	4.3741
Shear area in 3 direction	3.8526	Radius of Gyration about 2 axis	0.9563

OK



Caratteristiche di resistenza della matrice:

$$A = 11.01 \text{ cm}^2$$

$$W_x = 197.4/6 = 32.9 \text{ cm}^3$$

$$A_t = 2 \cdot 12 \cdot 0.25 = 6 \text{ cm}^2$$

$$W_y = 9.97/1.25 = 8 \text{ cm}^3$$

Verifica di resistenza:

Incremento di M3 per carico eccentrico

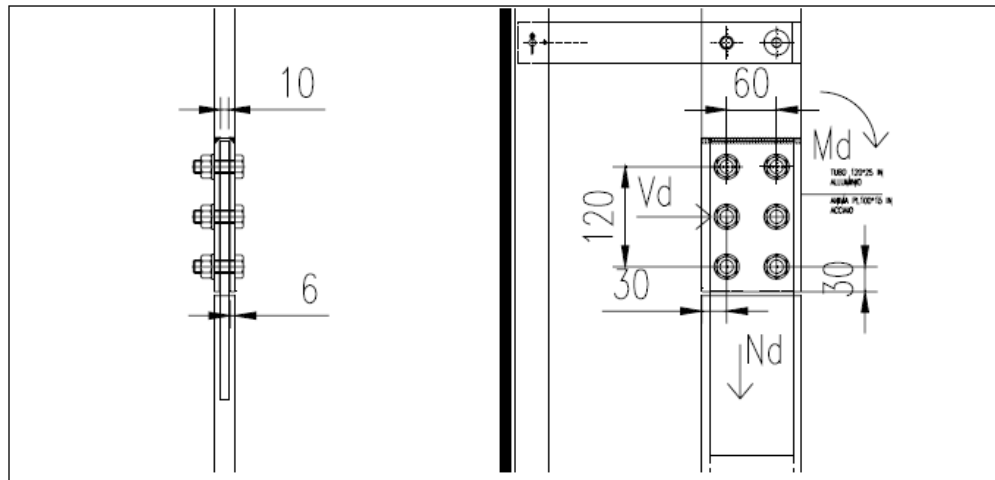
$$\Delta M3 = 0.242 \cdot (1.36 \cdot 1.60 \cdot 0.50) = 0.263 \text{ kNm}$$

$$\sigma = 16.23 \cdot 100/11.01 + (3.70 + 0.263) \cdot 100 \cdot 100/32.9 = 147 + 1.205 = 1.352 \text{ daN/cm}^2$$

$$\tau = 5.37 \cdot 100/6.00 = 90 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{id} = (1.352^2 + 3 \cdot 90^2)^{0.5} = 1.361 \text{ daN/cm}^2 < 1.450/1.05 = 1.381 \text{ daN/cm}^2$$

VERIFICA GIUNTO MONTANTI PL120*25 acciaio – PL120*25 alluminio rinforzato



massima sollecitazione nodo:

$$N_d = 7.12 \text{ kN}$$

$$V_d = 9.90 \text{ kN}$$

$$M_d = 7.03 \text{ kNm}$$

Verifica bulloni d'anima nr.3 M16 CL 8.8

$$A_{res} = 1.57 \text{ cm}^2$$

$$N_t = 7.03 \cdot 100 \cdot 100 / 12 / 2 + 9.90 \cdot 100 / 6 = 2.929 + 165 = 3.094 \text{ daN}$$

$$H_t = 7.12 \cdot 100 / 6 = 119 \text{ daN}$$

$$R_t = (3.094^2 + 3 \cdot 199^2)^{0.5} = 3.096 \text{ daN}$$

$$F_{V,Rd} = 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 0.6 \cdot 8.000 \cdot 1.57 / 1.25 = 6.029 \text{ daN}$$

resistenza a taglio del bullone

$$F_{V,Rd} = 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 6.029 \text{ daN} > 0.5 \cdot 3.096 = 1.548 \text{ daN}$$

$$F_{b,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t / \gamma_{M2} = 2.50 \cdot 0.31 \cdot 4.300 \cdot 1.0 \cdot 1.6 / 1.25 = 4.266 \text{ daN}$$

resistenza a rifollamento bullone anima

$$\alpha = \min[e_1 / (3 \cdot d_0); f_{tb} / f_t; 1] = \min[17 / 3 \cdot 18; 8.000 / 4.300; 1] = \min[0.31; 1.86; 1.0]$$

$$= 0.31$$

$$k = \min[2.8 \cdot e_2 / d_0 - 1.7; 2.5] = \min[2.8 \cdot 30 / 18 - 1.7; 2.5] = \min[2.97; 2.5] = 2.50$$

$$F_{b,Rd} = 4.266 \text{ daN} > R_t = (3.0942 + 1192)0.5 = 3.096 \text{ daN}$$

Profilo in alluminio – Traverso in alluminio per appoggio grigliato
El.231

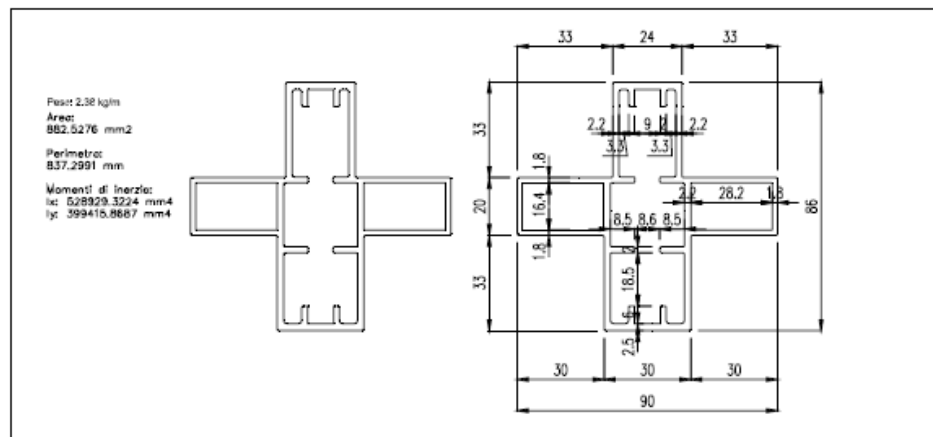
Frame	Station	OutputCase P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
231	0.000	SLU1	-2.87	-1.54	0.00	0.00	0.00
231	0.635	SLU1	-2.87	0.00	0.00	0.00	0.49
231	0.635	SLU1	-2.87	0.00	0.00	0.00	0.49
231	1.270	SLU1	-2.87	1.54	0.00	0.00	0.00
231	0.000	SLU2	-2.87	-1.75	0.00	0.01	-0.01
231	0.635	SLU2	-2.87	-1.50	0.00	0.01	0.00
231	0.635	SLU2	-2.87	1.50	0.00	0.01	0.00
231	1.270	SLU2	-2.87	1.75	0.00	0.01	-0.01
231	0.000	SLU3	-4.09	-1.16	0.00	0.00	0.00
231	0.635	SLU3	-4.09	0.00	0.00	0.00	0.36
231	0.635	SLU3	-4.09	0.00	0.00	0.00	0.36
231	1.270	SLU3	-4.09	1.16	0.00	0.00	0.00
231	0.000	SLU4	-4.09	-1.30	0.00	0.01	-0.01
231	0.635	SLU4	-4.09	-1.05	0.00	0.01	0.00
231	0.635	SLU4	-4.09	1.05	0.00	0.01	0.00
231	1.270	SLU4	-4.09	1.30	0.00	0.01	-0.01
231	0.000	SLU5	-4.09	-0.17	0.00	0.00	0.00
231	0.635	SLU5	-4.09	0.00	0.00	0.00	0.05
231	0.635	SLU5	-4.09	0.00	0.00	0.00	0.05
231	1.270	SLU5	-4.09	0.17	0.00	0.00	0.00
231	0.000	SLU6	4.09	-0.17	0.00	0.00	0.00
231	0.635	SLU6	4.09	0.00	0.00	0.00	0.05
231	0.635	SLU6	4.09	0.00	0.00	0.00	0.05
231	1.270	SLU6	4.09	0.17	0.00	0.00	0.00
231	0.000	SLU7	0.00	-1.54	0.00	0.00	0.00
231	0.635	SLU7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
231	0.635	SLU7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
231	1.270	SLU7	0.00	1.54	0.00	0.00	0.00
231	0.000	SLU8	0.00	-1.75	0.00	0.01	-0.01
231	0.635	SLU8	0.00	-1.50	0.00	0.01	0.00
231	0.635	SLU8	0.00	1.50	0.00	0.01	0.00
231	1.270	SLU8	0.00	1.75	0.00	0.01	-0.01
231	0.000	SLU9	0.00	-1.16	0.00	0.00	0.00
231	0.635	SLU9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36
231	0.635	SLU9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36
231	1.270	SLU9	0.00	1.16	0.00	0.00	0.00
231	0.000	SLU10	0.00	-1.30	0.00	0.01	-0.01
231	0.635	SLU10	0.00	-1.05	0.00	0.01	0.00
231	0.635	SLU10	0.00	1.05	0.00	0.01	0.00
231	1.270	SLU10	0.00	1.30	0.00	0.01	-0.01
231	0.000	SLU11	0.00	-0.17	0.00	0.00	0.00
231	0.635	SLU11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
231	0.635	SLU11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
231	1.270	SLU11	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00
231	0.000	SLU12	0.00	-0.17	0.00	0.00	0.00
231	0.635	SLU12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
231	0.635	SLU12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
231	1.270	SLU12	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00
231	0.000	E1	0.00	-0.45	0.00	0.00	0.00
231	0.635	E1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
231	0.635	E1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
231	1.270	E1	0.00	0.45	0.00	0.00	0.00
231	0.000	E1	0.00	-0.45	0.00	0.00	0.00
231	0.635	E1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
231	0.635	E1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
231	1.270	E1	0.00	0.45	0.00	0.00	0.00
231	0.000	E2	0.00	-0.45	0.00	0.00	0.00
231	0.635	E2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
231	0.635	E2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
231	1.270	E2	0.00	0.45	0.00	0.00	0.00
231	0.000	E2	0.00	-0.45	0.00	0.00	0.00
231	0.635	E2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
231	0.635	E2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
231	1.270	E2	0.00	0.45	0.00	0.00	0.00

Property Data

Section Name:

Properties

Cross-section (axial) area	9.2	Section modulus about 3 axis	9.3449
Torsional constant	19.0183	Section modulus about 2 axis	9.7948
Moment of Inertia about 3 axis	40.5852	Plastic modulus about 3 axis	14.8147
Moment of Inertia about 2 axis	44.0767	Plastic modulus about 2 axis	16.72
Shear area in 2 direction	2.372E-16	Radius of Gyration about 3 axis	2.1003
Shear area in 3 direction	0.396	Radius of Gyration about 2 axis	2.1888



Caratteristiche di resistenza della matrice:

$$A = 8.83 \text{ cm}^2$$

$$W_x = 12.3 \text{ cm}^3$$

$$r_x = 2.45 \text{ cm}$$

$$W_y = 8.9 \text{ cm}^3$$

$$r_y = 2.13 \text{ cm}$$

$$A_t = 2 \cdot 8.6 \cdot 0.22 + 2 \cdot 2 \cdot 0.18 = 4.50 \text{ cm}^2$$

Verifica di resistenza:

$$\sigma = 2.87 \cdot 100 / 8.83 + 1.02 \cdot 100 \cdot 100 / 12.3 = 33 + 829 = 862 \text{ daN/cm}^2$$

$$\tau = 1.50 \cdot 100 / 4.50 = 33 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{id} = (862^2 + 3 \cdot 30^2)^{0.5} = 864 \text{ daN/cm}^2 < 1.450 / 1.05 = 1.381 \text{ daN/cm}^2$$

Profilo in alluminio – Puntone 30*30*2
El.146 - Puntone Montante PL 120*25 a sbalzo

Frame	Station	OutputCase P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m
146	0.000	SLU1	-1.71	-0.01	0.00	0.00	0.00
146	1.630	SLU1	-1.71	0.01	0.00	0.00	0.00
146	0.000	SLU2	-1.71	-0.01	0.00	0.00	0.00
146	1.630	SLU2	-1.71	0.01	0.00	0.00	0.00
146	0.000	SLU3	-2.45	-0.01	0.00	0.00	0.00
146	1.630	SLU3	-2.45	0.01	0.00	0.00	0.00
146	0.000	SLU4	-2.45	-0.01	0.00	0.00	0.00
146	1.630	SLU4	-2.45	0.01	0.00	0.00	0.00
146	0.000	SLU5	-2.45	-0.01	0.00	0.00	0.00
146	1.630	SLU5	-2.45	0.01	0.00	0.00	0.00
146	0.000	SLU6	2.45	-0.01	0.00	0.00	0.00
146	1.630	SLU6	2.45	0.01	0.00	0.00	0.00
146	0.000	SLU7	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00
146	1.630	SLU7	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
146	0.000	SLU8	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00
146	1.630	SLU8	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
146	0.000	SLU9	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00
146	1.630	SLU9	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
146	0.000	SLU10	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00
146	1.630	SLU10	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
146	0.000	SLU11	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00
146	1.630	SLU11	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
146	0.000	SLU12	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00
146	1.630	SLU12	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
146	0.000	E1	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00
146	1.630	E1	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
146	0.000	E1	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00
146	1.630	E1	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
146	0.000	E2	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00
146	1.630	E2	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
146	0.000	E2	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00
146	1.630	E2	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00

Caratteristiche di resistenza della matrice: Tubo 30*30*3

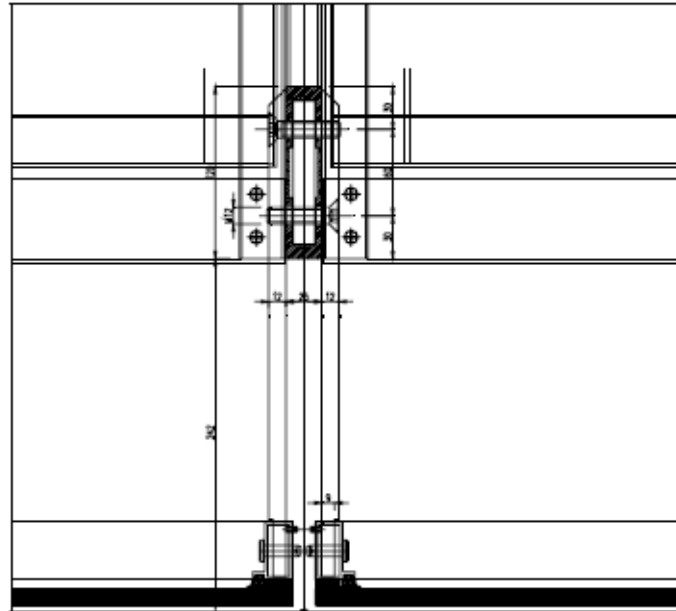
$$A = 3.24 \text{ cm}^2$$

$$W = 2.66 \text{ cm}^3$$

$$A_t = 2*3*0.3=1.80 \text{ cm}^2$$

$$r = 1.19 \text{ cm}$$

Profilo in alluminio – Staffa sostegno matrice



Sollecitazione max staffa:

$$M = 0.268 \cdot (1.47 \cdot 1.29 \cdot 0.50) = 0.254 \text{ kNm}$$

$$V = 1.47 \cdot 1.29 \cdot 0.50 = 0.95 \text{ kNm}$$

$$N = 2.40 \cdot 1.06 \cdot (1.47 \cdot 1.29) = 4.82 \text{ kNm}$$

Caratteristiche di resistenza della staffa 2 PL 60*12:

$$A = 2 \cdot 6.0 \cdot 1.2 = 14.4 \text{ cm}^2 \qquad W_x = 14.4 \text{ cm}^3$$

Verifica di resistenza:

$$\sigma = 4.82 \cdot 100 / 14.40 + 0.254 \cdot 100 \cdot 100 / 14.4 = 33 + 176 = 209 \text{ daN/cm}^2$$

$$\tau = 0.95 * 100 / 14.40 = 7 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{id} = (209^2 + 3 \cdot 7^2)^{0.5} = 209 \text{ daN/cm}^2 < 1.450/1.05 = 1.381 \text{ daN/cm}^2$$

Verifica bulloni nr.2 M12 CL 8.8

$$A_{res} = 0.90 \text{ cm}^2$$

$$V_t = 0.254 \cdot 100 \cdot 100 / 6 + 0.95 \cdot 100 / 2 = 423 + 48 = 471 \text{ daN}$$

$$H_t = 4.82 \cdot 100 / 2 = 241 \text{ daN}$$

$$R_t = (4712 + 2412)0.5 = 529 \text{ daN}$$

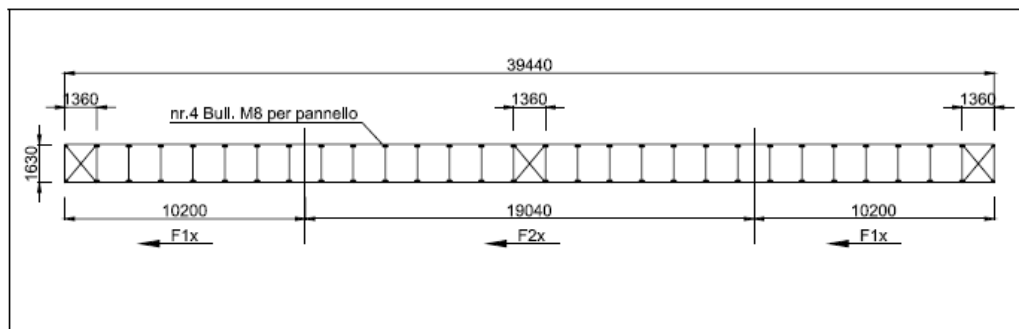
$$F_{V,Rd} = 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 0.6 \cdot 8.000 \cdot 0.90 / 1.25 = 3.456 \text{ daN}$$

resistenza a taglio del bullone

$$F_{V,Rd} = 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 3.456 \text{ daN} > 0.5 \cdot 529 = 265 \text{ daN}$$

$$\sigma_{rif} = N / (d \cdot t) = 529 / (1.20 \cdot 2 \cdot 0.45) = 499 \text{ daN/cm}^2 < \alpha \cdot f_{yd} = 1.0 \cdot 1.450 / 1.0 = 1.450 \text{ daN/cm}^2$$

Profilo in alluminio – grigliato controventatura di piano



Calcolo sollecitazione orizzontale (dovuta alle azioni sismiche):

$$W = (0.40 \cdot 3.20 + (0.25 + 0.30 \cdot 1.00) \cdot 1.24 \cdot 0.50) = 1.62 \text{ kN/m}$$

$$F_h = 0.197 \cdot 1.62 = 0.32 \text{ kN/m}$$

$$F_{1x} = 0.32 \cdot 10.20 = 3.26 \text{ kN}$$

$$F_{2x} = 0.32 \cdot 19.04 = 6.09 \text{ kN}$$

Verifica tiranti di controvento:

$$\text{Sollecitazione massima diagonale} \longrightarrow N_t = 2.123 / 1.360 \cdot 6.09 = 9.51 \text{ kN}$$

Caratteristiche di resistenza tondo 12 + 1 bullone M12:

$$A = 1.13 \text{ cm}^2$$

Verifica di resistenza:

$$\sigma_{id} = 9.51 \cdot 100 / 1.13 = 842 \text{ daN/cm}^2 < 1.450 / 1.05 = 1.381 \text{ daN/cm}^2$$

Verifica bulloni di fissaggio grigliato (per garantire la rigidità di piano):

$$\text{Max sollecitazione bullone} \longrightarrow H_t = 3.26 \text{ kN}$$

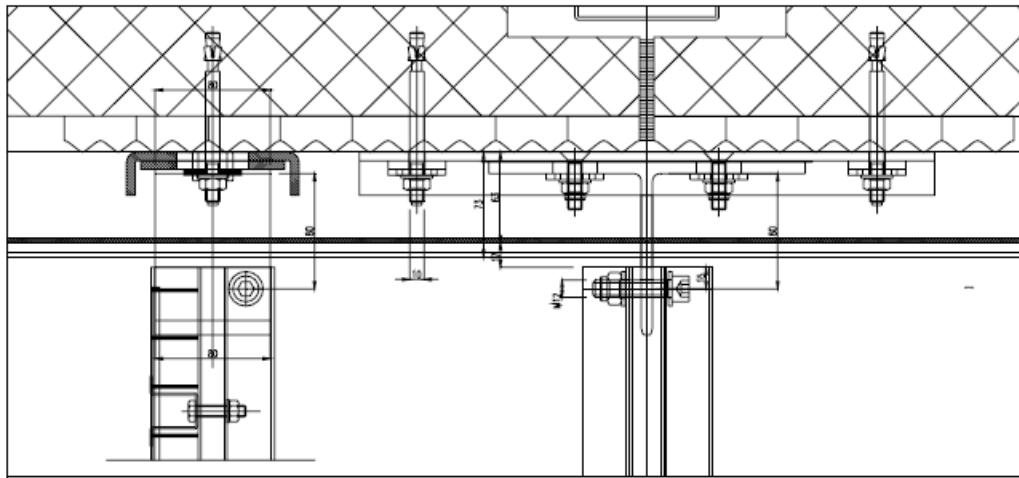
Verifica bulloni nr.1 M8 CL 4.6

$$A_{res} = 0.40 \text{ cm}^2$$

$$F_{V,Rd} = 0.6 * f_{tb} * A_{res} / \gamma_{M2} = 0.6 * 4.000 * 0.40 / 1.25 = 768 \text{ daN}$$

resistenza a taglio del bullone

$$F_{V,Rd} = 0.6 * f_{tb} * A_{res} / \gamma_{M2} = 768 \text{ daN} > 3.26 * 100 = 326 \text{ daN}$$



Calcolo sollecitazione staffa di fissaggio su parete (staffa centrale controventata) :

$$F_y = 0.197 * 1.62 * 39.44 / 30 = 0.42 \text{ kN}$$

$$M_x = 0.08 * 0.42 = 0.034 \text{ kNm}$$

$$F_z = (0.25 + 1.00) * 1.24 * 0.50 * 1.36 = 1.05 \text{ kN}$$

$$M_y = 0.08 * 1.05 = 0.084 \text{ kNm}$$

$$N_x = 1.630 / 1.360 * 6.09 = 7.30 \text{ kN}$$

Caratteristiche di resistenza della staffa PL 80*8:

$$A = 8.0 * 0.8 = 6.4 \text{ cm}^2$$

$$W_x = 8.5 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 0.85 \text{ cm}^3$$

Verifica di resistenza:

$$\sigma = 7.30 * 100 / 6.40 + 0.034 * 100 * 100 / 0.85 + 0.084 * 100 * 100 / 8.5 = 114 + 400 + 99 = 613 \text{ daN/cm}^2$$

$$\tau = 1.05 * 100 / 6.40 = 16 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{id} = (613^2 + 3 * 16^2)^{0.5} = 614 \text{ daN/cm}^2 < 1.450 / 1.05 = 1.381 \text{ daN/cm}^2$$

Verifica tassello M10 tipo Hilti HAS:

Sollecitazione tassello di controvento:

$$N_t = 0.5 \cdot 7.30 + 0.5 \cdot 1.05 \cdot 95/60 = 4.48 \text{ kN}$$

$$V_t = 0.5 \cdot (1.05^2 + 0.42^2)^{0.5} = 0.57 \text{ kN}$$

$$F_t = (N_t^2 + V_t^2)^{0.5} = 4.52 \text{ kN}$$

Resistenza a trazione tassello:

$$N_{Rd,p} = 5.60 \text{ kN}$$

resistenza a sfilamento

$$N_{Rd,c} = 8.20 \text{ kN}$$

resistenza a rottura del cls

$$N_{Rd,s} = 17.20 \text{ kN}$$

resistenza a rottura dell'acciaio

$$N_{Rd} = \min[N_{Rd,p}, N_{Rd,c}, N_{Rd,s}] = 5.60 \text{ kN}$$

resistenza a trazione tassello

Resistenza a taglio tassello:

$$V_{Rd,c} = 4.00 \text{ kN}$$

resistenza a rottura del cls

$$V_{Rd,s} = 9.90 \text{ kN}$$

resistenza a rottura dell'acciaio

$$V_{Rd} = \min[V_{Rd,c}, V_{Rd,s}] = 4.00 \text{ kN}$$

resistenza a trazione tassello

Resistenza a rottura per carico combinato N-V:

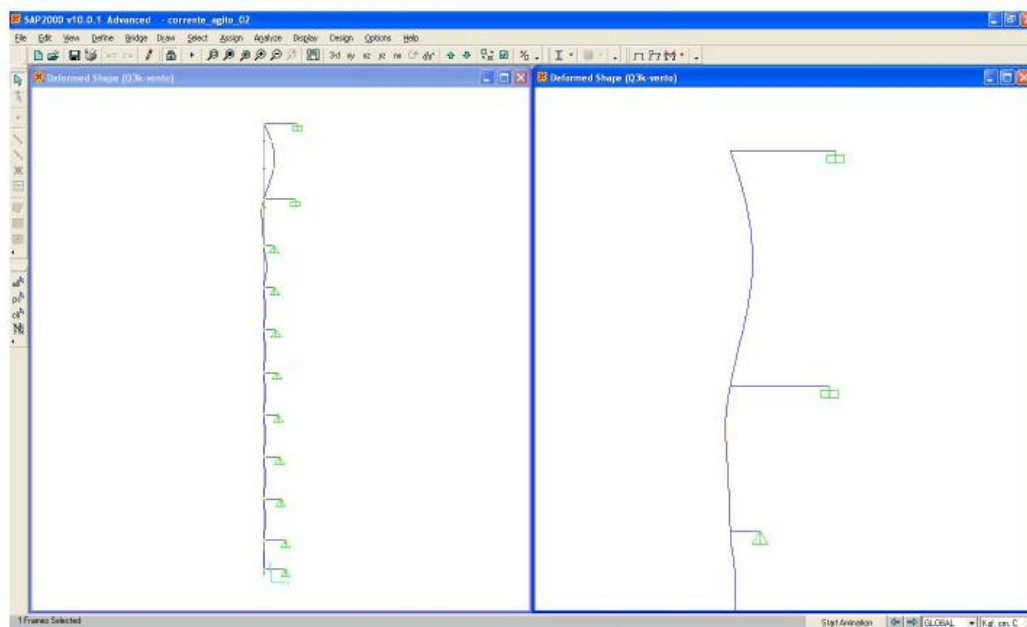
$$\alpha = \arctan(V_t/N_t) = 7.3^\circ$$

Resistenza a rottura per carico combinato:

$$F_{Rd}(\alpha) = [(\cos\alpha/N_{Rd})^{1.5} + (\sin\alpha/V_{Rd})^{1.5}]^{-0.67} = 5.38 \text{ kN}$$

$$F_t = (N_t^2 + V_t^2)^{0.5} = 4.52 \text{ kN} < F_{Rd}(\alpha) = 5.38 \text{ kN}$$

6.4. VERIFICA DEFORMABILITA' MONTANTI

**Deformata orizzontale montante:**

deformata orizzontale massima montante in acciaio PL 120*25

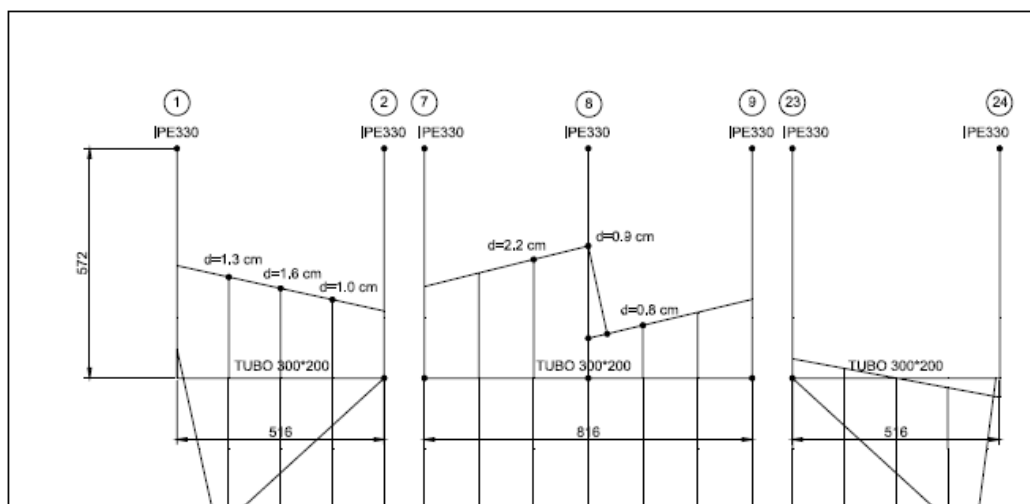
altezza interpiano $\Delta h = 572$ cm

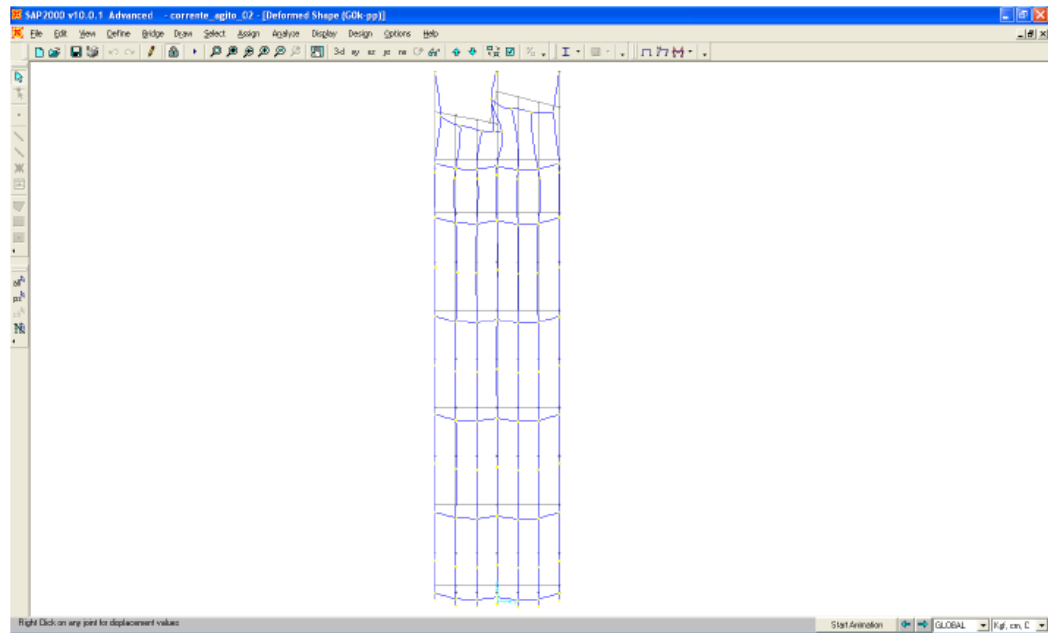
$$f_{h_{max}} = 1.00 \text{ cm}$$

deformata orizzontale massima montante in alluminio PL 120*25

altezza interpiano $\Delta h = 354$ cm

$$f_{h_{max}} = 2.46 \text{ cm}$$



**Deformata verticale:**

$$f0v_{max} = 0.10 \text{ cm}$$

deformata verticale G0k-pp

$$f1v_{max} = 0.83 \text{ cm}$$

deformata verticale G1k-vetro

$$f2v_{max} = 0.08 \text{ cm}$$

deformata verticale G2k-grigliato

$$f0v_{tot} = (0.10 + 0.83 + 0.08) = 1.01 \text{ cm}$$

deformata verticale pesi propri tot.

$$f1accv_{max} = 0.42 \text{ cm}$$

deformata verticale

$$Q1k\text{-acc distribuito} < 408/350 = 1.17 \text{ cm}$$

$$f2accv_{max} = 0.50 \text{ cm}$$

deformata verticale

$$Q1k\text{-acc concent.} < 408/350 = 1.17 \text{ cm}$$

$$fv_{tot} = 1.01 + 0.50 = 1.51 \text{ cm}$$

$$\text{deformata verticale tot.} < 408/250 = 1.63 \text{ cm}$$

Allegati: D, E, F.

5.1.3 Tipologia di Vetro

Contrattualmente è previsto vetro stratificato 66.4 float chiaro. Per ragioni statiche è stato proposto ed è stato approvato vetro 88.2 float chiaro.

Poiché si è pensato che un vetro trasparente vanifichi sostanzialmente l'effetto desiderato di vedere apparire le "grandi schegge", si è ritenuto opportuno proporre delle soluzioni che diano un maggior "peso" alla superficie vetrata che sono sostanzialmente le seguenti:

- a) vetro serigrafato e temperato spessore 8 mm. con successivo test HST per ridurre la possibilità di rotture spontanee.

Analizziamo quindi i vari aspetti di questa proposta:

- **STATICA** : con i carichi di progetto il coefficiente di utilizzo del vetro 8/8 è vicino al 100%. (ovviamente il 6/6 non sarebbe sufficiente) mentre il vetro temperato 8 mm. ha un coefficiente di utilizzo di circa 80%.
- **TERMICA**: in funzione della serigrafia si ottiene un effetto di ombreggiamento che protegge dall'irraggiamento solare tutta la facciata: zone cieche e zone trasparenti. La quantificazione del beneficio è ovviamente in funzione del tipo e colore della serigrafia.
- **SICUREZZA** : il vetro temperato è molto più resistente all'urto di un vetro normale. In caso di rottura la lastra si riduce in piccole schegge, per questa ragione l'applicazione in facciata con incollaggio strutturale è la soluzione normalmente adottata. Dal punto di vista normativo risponde alla vigente norma UNI 7976. La particolare disposizione delle facciate che presenta dei grigliati continui e la pensilina a protezione dei passaggi pedonali riduce al minimo i possibili rischi connessi all'impiego di questo vetro. La resistenza alla caduta nel vuoto delle passerelle di manutenzione è irrilevante in quanto comunque chi opera sulle passerelle dovrà essere adeguatamente assicurato.
- **ESTETICA**: la serigrafia offre la possibilità al progettista di adeguare a suo piacimento sia il colore che la trasparenza.

-
-
- DURABILITA': il vetro serigrafato temperato non ha alcun problema di durabilità, mentre il vetro stratificato non avendo i bordi protetti può risentire nel tempo degli agenti atmosferici.
 - PESO: il vetro serigrafato è ovviamente molto più leggero (circa 50% del vetro 8/8). Tutto ciò comporta un alleggerimento complessivo del carico sulle strutture di circa 65 tonnellate con gli evidenti benefici che ne derivano.

5.2 CONTROLLO DI GESTIONE

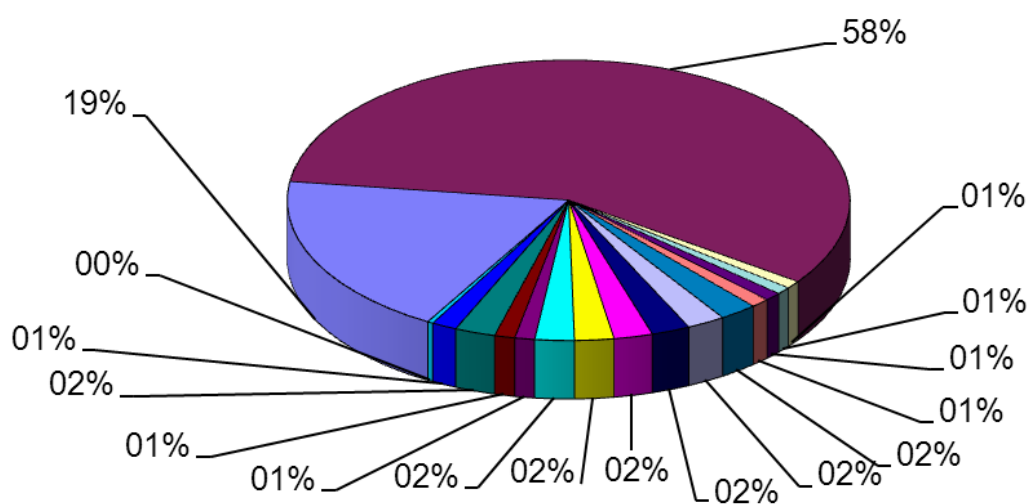
La gestione di progetto è lo sforzo coordinativo teso a raggiungere gli obiettivi del progetto. Il Project Manager, come leader del team di progetto, è responsabile di tale sforzo e del risultato finale. I Project Manager si servono di conoscenze, capacità, strumenti e metodologie per svolgere le seguenti attività:

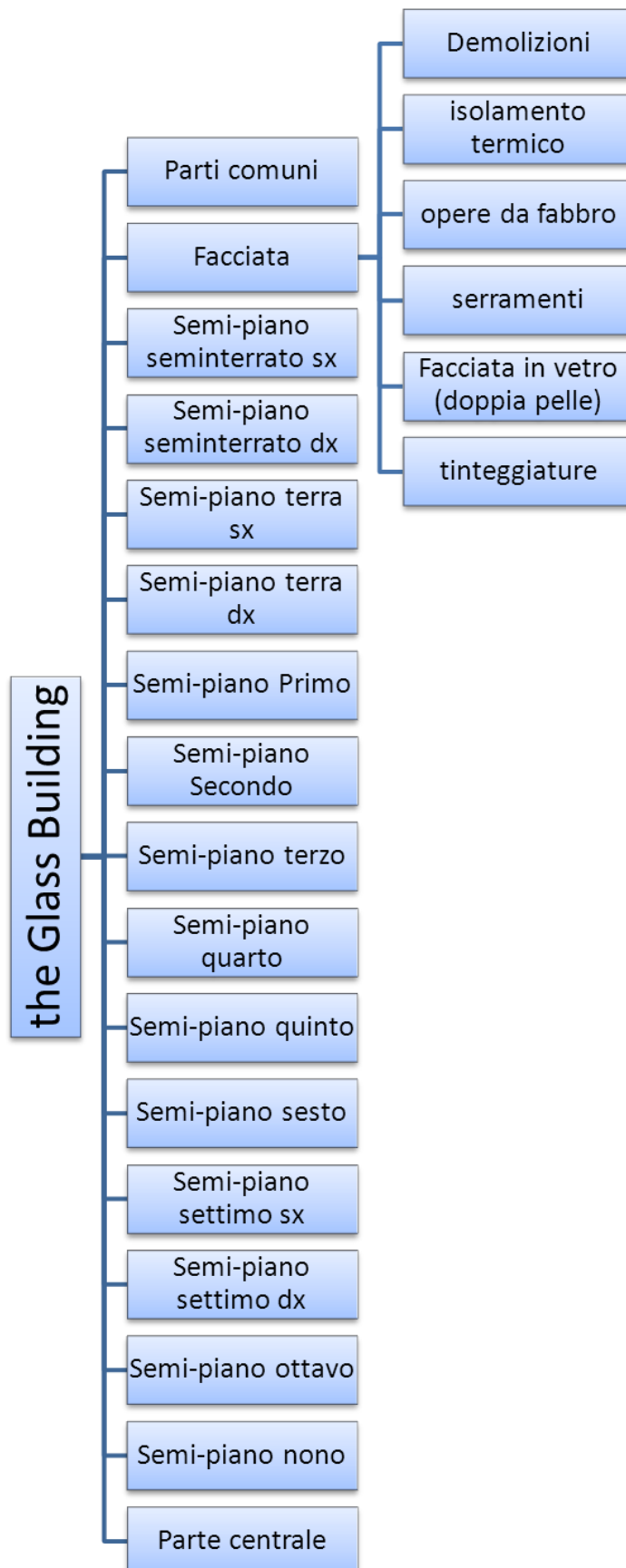
- Identificare gli obiettivi, gli scopi, i requisiti e le limitazioni del progetto.
- Coordinare le diverse esigenze e aspettative dei vari cointeressati al progetto.
- Pianificare, eseguire e controllare le attività, le fasi e i risultati finali del progetto sulla base degli obiettivi e degli scopi di progetto identificati.
- Chiudere il progetto quando è completo e acquisire le nuove conoscenze.

I Project Manager hanno anche la responsabilità di bilanciare e integrare le richieste concorrenti per implementare con successo tutti gli aspetti del progetto.

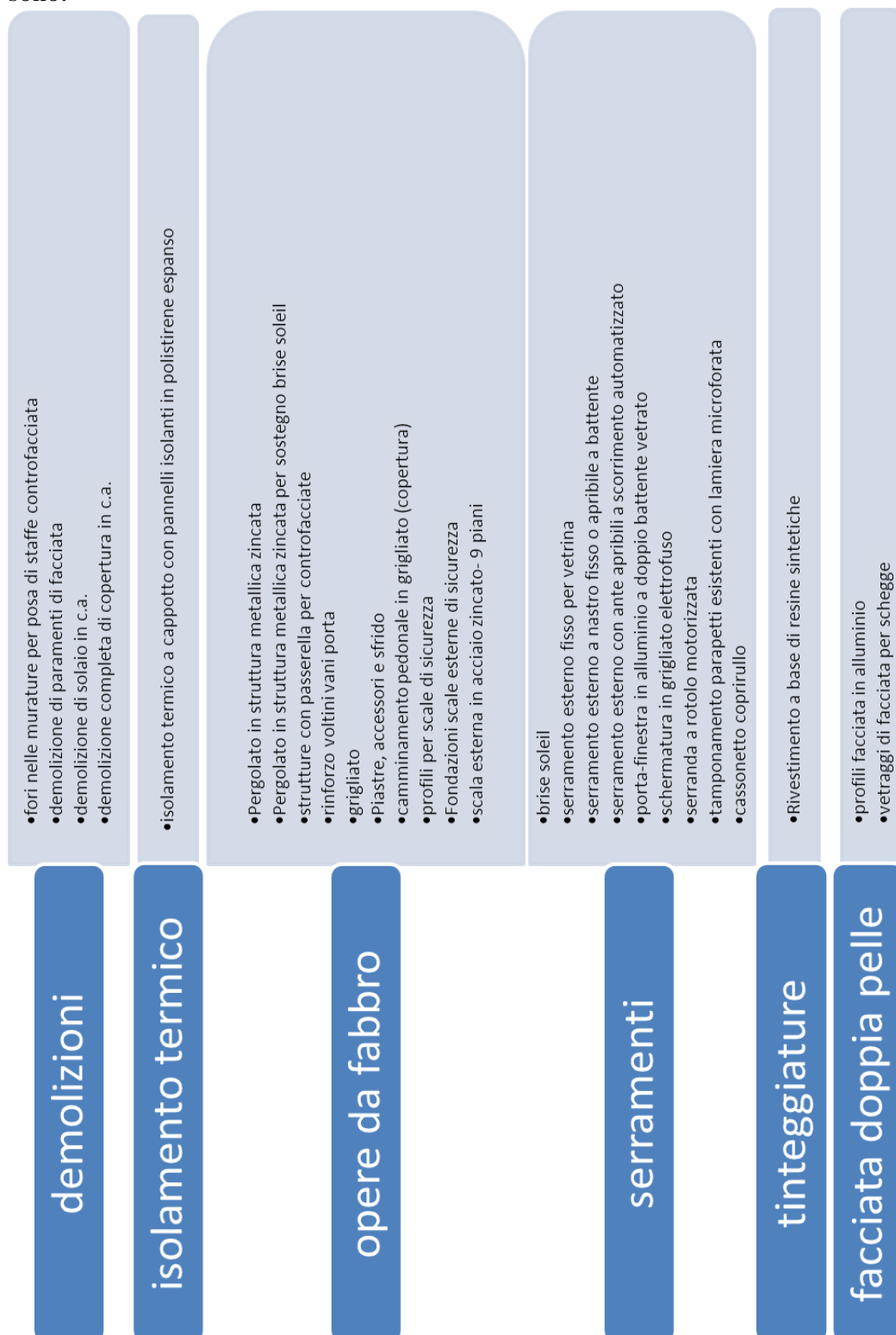
Il progetto oggetto di studio, The Glass Building, è costituito da 17 principali attività di WBS. La denominazione delle WBS imposta dalla committenza è determinata dalla necessità della medesima di individuare gli oneri per zone dell'edificio singolarmente occupate con contratti locativi in essere durante i lavori. Di queste 17 si analizzerà la principale che risulta essere la Facciata. Essa risulta costituita da 6 sotto-attività.

L'incidenza, soprattutto economica, è ben visibile dal seguente grafico:





A tali sotto-attività si definiscono le mansioni che dovranno essere sviluppate e sono:




Una volta definite le attività occorre impostare le durate delle singole attività. Per fare ciò ci si serve di un programma di gestione che si chiama Microsoft Project.

Microsoft Project supporta molte, ma non tutte, le aree di gestione associate alla gestione di un progetto. È un ottimo strumento per fornire le informazioni iniziali necessarie.

Per questo si veda l'allegato G (Diagramma di Gantt) dove sono presenti le voci relative alla Facciata con le durate rispettive.

Definite le tempistiche occorre assegnare alle opportune lavorazioni le risorse necessarie. Di seguito si visualizzano le risorse materiali e le risorse fisiche.

		Nome risorsa	Tipo	Etichetta materiale	Iniziali	Gruppo	Unità max	Tariffa std.
1		App. Forometrie	Materiale	cad	F			€ 50,00
2		App. Demolizione paramenti di facciata	Materiale	mq	DF			€ 129,00
3		App. Demolizione solaio in c.a.	Materiale	mc	DS			€ 430,00
4		App. Demolizione copertura	Materiale	mq	DC			€ 43,25
5		App. isolamento termico	Materiale	mq	I			€ 30,50
6		App. Brise soleil	Materiale	cad	BS			€ 755,00
7		App. serramento esterno fisso per vetrina	Materiale	mq	SFV			€ 300,00
8		App. serramento fisso a nastro	Materiale	mq	SFN			€ 395,00
9		App. serramento con ante apribili	Materiale	mq	SAA			€ 800,00
10		App. porta-finestra all	Materiale	mq	PFA			€ 6.860,00
11		App. schermatura in grigliato	Materiale	mq	SGE			€ 185,50
12		App. serranda a rotolo motorizzata	Materiale	mq	SRM			€ 226,00
13		App. Tamponamento parapetti	Materiale	mq	TP			€ 154,00
14		App. pergolato in struttura metallica	Materiale	kg	PSM			€ 2,95
15		App. pergolato per brise soleil	Materiale	kg	PSMB			€ 2,55
16		App. Fondazioni scale esterne	Materiale	kg	FSE			€ 2,47
17		App. Scale esterne	Materiale	kg	SE			€ 2,83
18		App. strutture con passerella per controfacciata	Materiale	kg	SPC			€ 2,80
19		App. rinforzo voltini vani porta	Materiale	kg	RVV			€ 3,30
20		App. grigliato	Materiale	kg	G			€ 3,30
21		App. profili per scale di sicurezza	Materiale	kg	PSS			€ 4,00
22		App. piastre, accessori e sfrido	Materiale	kg	PAS			€ 2,40
23		App. cassonetto coprirullo	Materiale	ml	CC			€ 99,00
24		App. camminamento pedonale in grigliato	Materiale	kg	CPG			€ 3,80
25		App. facciata vetro	Materiale	mq	FV			€ 433,00
26		App. rivestimento a base di resine	Materiale	mq	RBR			€ 11,50
27		Ass. muraria	Lavoro		AM		200%	€ 22,00/h
28		Ass. scarico, distribuzione, sgombero	Lavoro		AS		300%	€ 22,00/h

Si ricorda che il campo Unità si applica alle assegnazioni, nella pratica si intende quanta risorsa si può utilizzare per lavorare sulla specifica assegnazione.

Si veda, inoltre, in dettaglio allegato H che evidenzia la distribuzione delle risorse nel tempo.

COGEI Costruzioni S.p.A., essendo un'impresa di grandi dimensioni, appalta a sua volta le singole lavorazioni a ditte fornitrici, che sceglie effettuando un'analisi comparativa fra più imprese in base alle singole operazioni. Pertanto definisce il costo della singola risorsa basandosi sulle offerte delle ditte interpellate e fornisce assistenza alle singole mansioni, in modo che vengano svolte ad opera d'arte, come definito da contratto.

Tale risorsa ha un costo che risulta essere di importo pari a € 22,00.

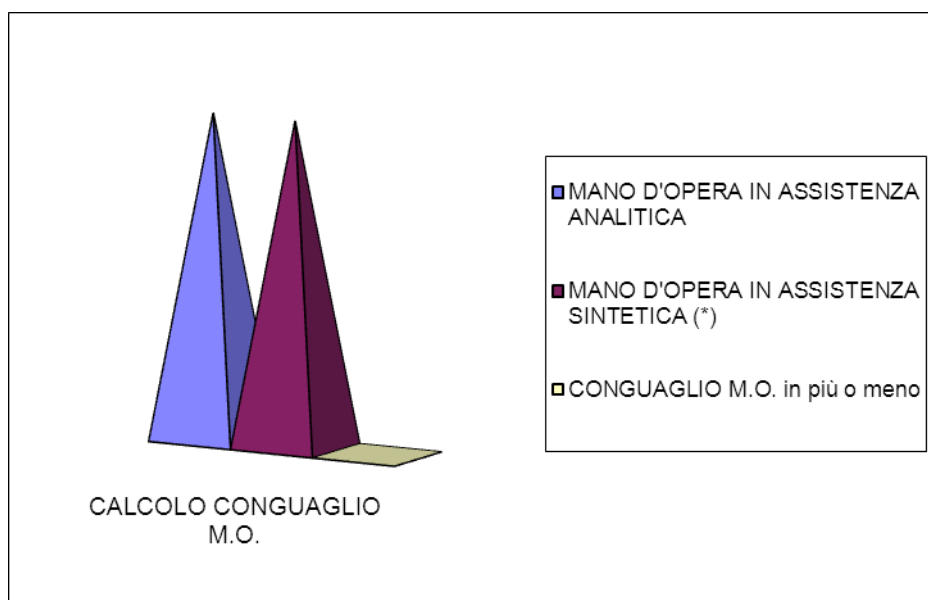
Tale costo deriva da un'analisi sintetica effettuata considerando i costi, rilevati dal Collegio Costruttori Edili della provincia di Bologna per le imprese con più di 15 dipendenti, di una squadra formata da n. 2 operai specializzati, n. 2 operai qualificati e n. 3 manovali specializzati. Pertanto è stata effettuata una media tra il costo del singolo operaio. Attualmente tale costo ha subito una variazione di circa il 9% secondo base ISTAT.

Il calcolo del monte ore è stato effettuato su tutto il progetto su base analitica e su base sintetica. Si riportano le voci attinenti all'analisi oggetto dell'elaborato:

n.	lavorazione	Monte ore
1	Fori nelle murature per posa di staffe controfacciata	49,5
2	Demolizione di paramenti di facciata	109,5
3	Demolizione di solaio in c.a.	5,5
4	Demolizione completa di copertura in c.a.	104,4
5	Isolamento termico a cappotto	94,14
6	Brise soleil	336
7	Serramento esterno fisso per vetrina	7
8	Serramento esterno a nastro fisso	652
9	Serramento esterno con ante apribili	8,25
10	Porta-finestra in alluminio	36
11	Schermatura in grigliato elettrofuso	43,5
12	Serranda a rotolo motorizzata	16,5
13	Tamponamento parapetti esistenti	8,2
14	Pergolato in struttura metallica zincata	165,54

15	Pergolato in struttura metallica zincata per brise soleil	78,83
16	Fondazioni scale esterne di sicurezza	26,06
17	Scala esterna in acciaio zincato	191,06
18	Strutture con passerella per controfacciate	267,99
19	Rinforzo voltini vani porta	3,84
20	Grigliato	150,26
21	Profili per scale di sicurezza	57,37
22	Piastre, accessori e sfrido	121,8
23	Cassonetto coprirullo	32,24
24	Camminamento pedonale in grigliato	11,70
25	Facciata di vetro	435,75
26	Rivestimento a base di resine sintetiche	91,22
	TOTALE	3104,69

Il seguente grafico mostra l'esattezza dell'analisi.



Quelli visti fin ora sono i costi diretti delle singole risorse. A ciò si devono considerare i costi sul personale di cantiere (e.g. impiegati, contabili, capo-cantiere, assistente, capo-squadra, gruista non imputato alle lavorazioni, guardiano, magazziniere, autista); impianto e smobilizzo del cantiere (trasporti, allacciamenti vari, recinzioni, strade e piazzali, montaggio e smontaggio impianti, baracche, gru, pulizie finali, cartellone di cantiere), consulenze, collaudi e gli oneri pluriennali quali ad esempio ammortamento macchinari e attrezzature varie. Mentre i costi indiretti dipendenti dalla durata del cantiere sono i costi mensa, affitto locali, ponteggi, consumi Enel, Telecom, Gas, pulizia baracche, spese di rappresentanza, fotografie, copie eliografiche, cancelleria, consumi autovetture di cantiere, minuteria e materiale di consumo, spese varie, spese viaggi, manutenzione e riparazione, multe e contravvenzioni, occupazione del suolo pubblico, oneri di discarica, prove materiali, costi per operazioni di collaudo annesso all'impresa. Per il cantiere in esame occorre considerare all'interno dei costi indiretti anche la fondazione su pali utilizzata per sorreggere la gru per un costo di circa € 11.000.

Di seguito si riporta la tabella dei costi indiretti:

NOME ATTIVITÀ	COSTO
Demolizioni	€ 11.177,56
Isolamento termico a cappotto	€ 21.845,19
Pergolato in struttura metallica	€ 25.472,84
Struttura per controfacciata	€ 2.261,61
Serramenti	€ 241.663,53
Tinteggiature	€ 8.168,75
Struttura seconda pelle	€ 8.793,6
Posa vetraggi	€ 196.011,6

Nella fase esecutiva il progetto ha subito delle variazioni. Anzitutto non sono state effettuate le seguenti lavorazioni, per scelta della D.L.:

- Pergolato in struttura metallica zincata per sostegno Brise Soleil
- Brise Soleil

La novità più rilevante è stata la modifica in fase esecutiva del progetto per il sostegno della facciata che ha comportato:

- Rifacimento del solaio al piano nono;
- Modifica della struttura metallica come descritto nella parte strutturale;
- Modifica della tipologia di vetro (si è passati da un 6 mm ad un 8 mm serigrafato temperato, le cui proprietà sono descritte nel paragrafo precedente).

Ciò ha causato un allungamento dei tempi di realizzazione che concordati con la D.L. sono slittati fino al 03 Marzo 2011 (Si veda il nuovo diagramma di Gantt, allegato L).

Le attività risultano essere le seguenti:

n.	NOME ATTIVITÀ
1	Demolizioni
2	demolizione di paramenti di facciata
3	fori nelle murature per posa di staffe controfacciata
4	demolizione di solaio in cemento armato
5	demolizione completa di copertura in c.a.
6	Isolamento
7	isolamento termico a cappotto con pannelli isolanti in polistirene espanso (esterno)
8	Opere da fabbro
9	Pergolato in struttura metallica zincata
10	strutture con passerella per controfacciate
11	rinforzo voltini vani porta
12	Grigliato
13	Piastre, accessori e sfrido
14	camminamento pedonale in grigliato (facciata)
15	profili per scale di sicurezza
16	Fondazioni scale esterne di sicurezza
17	scala esterna in acciaio zincato- 9 piani
18	Serramenti

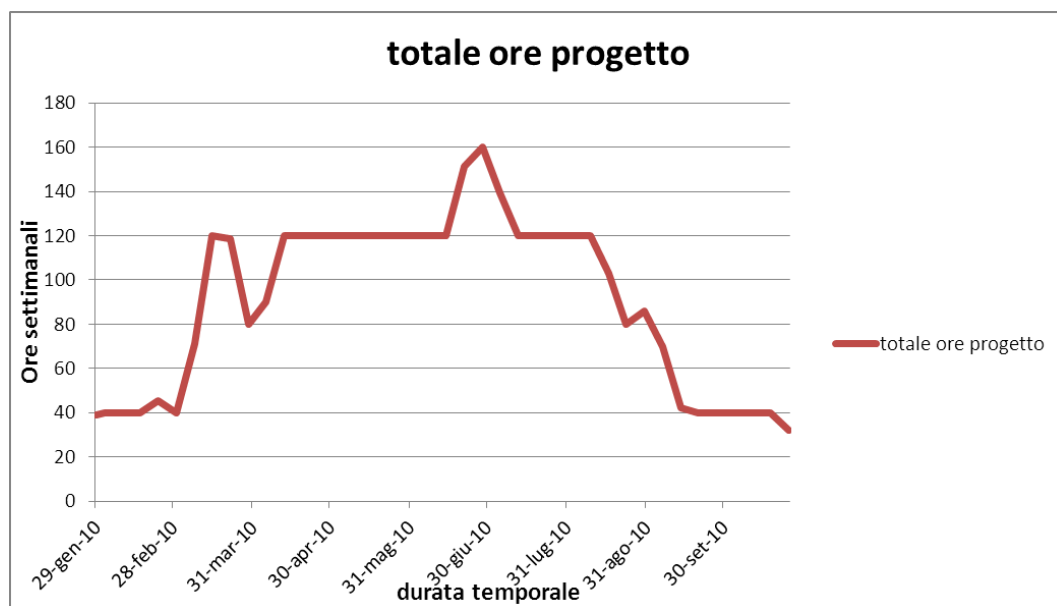
19	serramento esterno fisso per vetrina
20	serramento esterno a nastro fisso o apribile a battente
21	serramento esterno con ante apribili a scorrimento automatizzato
22	porta-finestra in alluminio a doppio battente vetrato
23	schermatura in grigliato elettrofuso
24	serranda a rotolo motorizzata
25	tamponamento parapetti esistenti con lamiera microforata
26	cassonetto coprirullo
27	Tinteggiature
28	Rivestimento a base di resine sintetiche
29	Facciata in vetro (doppia pelle)
30	struttura seconda pelle
31	smontaggio ponteggio di facciata
32	montaggio profili facciata a schegge lato dx
33	montaggio profili facciata a schegge lato sx
34	posa vetraggi lato sx
35	posa vetraggi lato dx
36	Solaio aggiuntivo piano nono

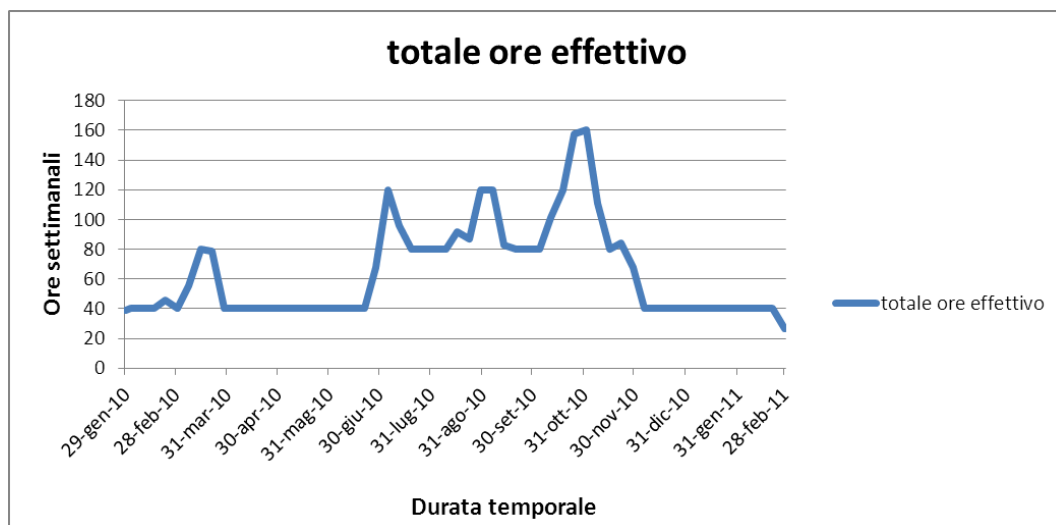
Le tempistiche sono le seguenti:

n.	INIZIO	FINE	INIZIO PREVISTO	FINE PREVISTA
1	25/01/2010	11/03/2010	25/01/2010	11/03/2010
2	25/01/2010	11/02/2010	25/01/2010	11/02/2010
3	11/02/2010	19/02/2010	11/02/2010	19/02/2010
4	22/02/2010	22/02/2010	22/02/2010	22/02/2010
5	22/02/2010	11/03/2010	22/02/2010	11/03/2010
6	11/03/2010	26/03/2010	11/03/2010	26/03/2010
7	11/03/2010	26/03/2010	11/03/2010	26/03/2010
8	06/05/2010	26/11/2010	11/03/2010	29/07/2010
9	06/05/2010	01/07/2010	11/03/2010	08/04/2010
10	01/07/2010	17/08/2010	08/04/2010	26/05/2010
11	01/07/2010	01/07/2010	08/04/2010	09/04/2010
12	17/08/2010	13/09/2010	26/05/2010	22/06/2010
13	27/08/2010	20/10/2010	08/04/2010	29/04/2010
14	17/08/2010	19/08/2010	26/05/2010	27/05/2010
15	13/09/2010	22/09/2010	22/06/2010	01/07/2010

n.	INIZIO	FINE	INIZIO PREVISTO	FINE PREVISTA
16	20/10/2010	25/10/2010	22/06/2010	25/06/2010
17	25/10/2010	26/11/2010	25/06/2010	29/07/2010
18	19/05/2010	06/12/2010	24/03/2010	09/08/2010
19	05/07/2010	05/07/2010	09/04/2010	12/04/2010
20	01/07/2010	02/11/2010	08/04/2010	02/08/2010
21	02/07/2010	05/07/2010	08/04/2010	09/04/2010
22	26/11/2010	06/12/2010	05/04/2010	09/04/2010
23	02/11/2010	10/11/2010	02/08/2010	09/08/2010
24	05/07/2010	07/07/2010	12/04/2010	14/04/2010
25	10/09/2010	13/09/2010	18/06/2010	22/06/2010
26	07/07/2010	13/07/2010	14/04/2010	20/04/2010
27	25/10/2010	09/11/2010	22/06/2010	07/07/2010
28	25/10/2010	09/11/2010	22/06/2010	07/07/2010
29	13/09/2010	03/03/2011	22/06/2010	29/10/2010
30	13/09/2010	25/10/2010	NA	NA
31	25/10/2010	24/11/2010	22/06/2010	22/07/2010
32	24/11/2010	10/12/2010	22/07/2010	09/08/2010
33	10/12/2010	31/12/2010	09/08/2010	30/08/2010
34	31/12/2010	01/02/2011	30/08/2010	29/09/2010
35	01/02/2011	03/03/2011	29/09/2010	29/10/2010
36	11/03/2010	06/05/2010	NA	NA

Si veda di seguito la variazione di ore calcolate tra quelle di progetto e quelle effettive:





Si evidenzia la presenza di picchi e quindi di un aumento di lavorazione dovuto alle variazioni sul progetto iniziale ma anche ad una mancata livellazione delle risorse necessarie.

In data 5 luglio si comincia ad avere un picco quando iniziano le seguenti lavorazioni: Pergolato in struttura metallica zincata e Serramento esterno a nastro fisso o apribile a battente.

In data 30 agosto si ha un altro picco quando inizia il montaggio del grigliato e delle passerelle per controfacciata.

Il picco maggiore si ha in data 2 novembre quando inizia la tinteggiatura del cappotto, lo smontaggio del ponteggio di facciata, la messa in opera della schermatura in grigliato e la costruzione della scala di sicurezza in acciaio.

In allegato sono riportate le tabelle di gestione delle attività sia di progetto che effettivo (all. M, N).

A ciò si aggiunge anche un aumento dei costi indiretti, si riportano nella seguente tabella:

n.	Variazione	Costo
9	19,31 giorni	23.771 €
13	23,03 giorni	3.421 €
20	7,17 giorni	21.261 €
22	1,24 giorni	66.592 €
30	30 giorni	7.500 €
36	40 giorni	67.500 €

Si valuti ora l'andamento dei costi diretti, ottenuti considerando le singole lavorazioni e le rispettive tempistiche:





Si noti come non ci siano forti discrepanze perché i costi diretti delle risorse materiali risultano solo essere diluiti in un arco tempo maggiore.

È importante chiarire che i costi inseriti sono costi diretti cioè costi che l'azienda ha sostenuto per la realizzazione delle lavorazioni. Per ottenere il ricavo occorre moltiplicare tali risultati per un coefficiente K che tiene conto dell'utile d'impresa.

Allo stato attuale ci si trova pertanto con:

- una percentuale di avanzamento pari al 74%;
- un avanzamento economico pari al 1,03;
- una variazione temporale pari a 90 giorni;
- attività completate e già pagate pari a numero 26 su 38;
- attività in corso pari a 6;
- attività non ancora iniziate pari a 6;
- un'efficacia pari a 1,15.
- Indice di produzione medio effettivo: 41 h.

Di seguito si riporta per ogni macroattività i valori:

Attività	Durata	% completamento	Indice di produzione
Demolizione	32,93 giorni	98	2,63 h
Isolamento	11,77 giorni	100	0,94 h
Opere da Fabbro	146,49 giorni	94	11,71 h
Serramenti	142,14 giorni	69	11,37 h
Tinteggiature	11,4 giorni	100	0,912 h
Facciata	123 giorni	45	9,84 h
Solaio 9 piano	40 giorni	100	3,2 h

La produttività è calcolata come segue:

n.	Produttività
2	2 mq/h
3	4,02 cad/h
4	0,14 mc/h
5	6,67 mq/h
6	50 mq/h
7	50 mq/h
8	333,33 kg/h
9	333,32 kg/h
10	333,33 kg/h
11	333,43 kg/h
12	333,32 kg/h
13	333,32 kg/h
14	333,33 kg/h
15	333,33 kg/h
16	333,36 kg/h

17	333,32 kg/h
18	4 mq/h
19	4 mq/h
20	4 mq/h
21	4 mq/h
22	0,25 mq/h
23	4 mq/h
24	2 mq/h
25	5 mq/h
26	50 ml/h
27	50 mq/h
28	50mq/h
29	6,88 mq/h
34	6,88 mq/h
35	6,88 mq/h

5.3 CONSIDERAZIONI FINALI

Il contratto è stipulato “a corpo”. Nel contratto a corpo il prezzo è fisso e invariabile. Di fatto, in questo contratto, tutti gli aumenti del costo, che possono essere causati da incremento delle quantità o dei tempi, restano a carico dell'appaltatore. L'appaltatore è responsabile, pertanto, dell'intero ciclo di progetto. L'importo contrattuale può essere variato, secondo i disposti degli artt. 1659-1660-1661 del C.C.

Nel caso oggetto di studio le varianti hanno comportato un costo maggiore di un sesto del prezzo finale.

L'azienda COGEI ha saputo riacquistare i maggiori costi indiretti attraverso un recupero di tipo economico cercando tramite l'ufficio acquisti di allargare il suo mercato alla ricerca di validi fornitori, per ottenere migliori prezzi d'acquisto dei

materiali mantenendo però la qualità inizialmente pattuita. Ha ottenuto la fiducia della Committente offrendo consulenza tecnica specializzata per gestire le modifiche progettuali significative evidenziate nei precedenti paragrafi in modo da rientrare per quanto possibile nei tempi e costi.

Ha saputo mediare con i conduttori quando si trattava di gestire gli spostamenti per l'impianto del cantiere interno anche se ciò ha comportato un aumento dei tempi.

Pertanto dai dati emersi la variazione di 90 giorni ha comportato un aumento riferibile soprattutto ai costi indiretti e agli utili d'impresa.

Non è stato previsto un Project Manager così come definito teoricamente ma più figure hanno svolto il medesimo compito.

È stato definito un obiettivo principale che risulta essere la realizzazione delle lavorazioni a regola d'arte rispettando i costi prefissati.

È stata analizzata una WBS sufficientemente rappresentativa che possa mettere in evidenza le attività legate alla Facciata per gestire e ottenere il risultato al meglio delle aspettative.

Per ogni attività sono state identificate le risorse necessarie e successivamente sono state stimate le singole durate e i vincoli sequenziali delle attività.

Con i dati ottenuti è possibile, pertanto definire il diagramma di Gantt di progetto. Si è successivamente analizzato il carico delle risorse rispetto ai fabbisogni e si è opportunamente livellato. Ciò ha comportato una lieve variazione di durata in alcune attività.

Si è stimato un costo per le singole lavorazioni. Si è sviluppato una distribuzione nel tempo degli stessi.

Sono però subentrate le varianti che hanno comportato come già detto un aumento dei tempi.

Allora si è ridefinito il cronoprogramma considerando le attività che si sono effettuate. Quindi è ora possibile identificare le date di inizio e fine effettivo e ricalcolare il carico di lavoro e opportunamente livellarlo.

Si è ripartito il costo totale sul nuovo arco temporale.

L'analisi effettuata, pertanto, vuole mettere in evidenza l'andamento del progetto che risulterà essere reale fino alla data del 30 novembre e sufficientemente realistico per l'arco temporale futuro in quanto tutte le lavorazioni non sono state ancora completate come definito nel quadro riassuntivo del paragrafo precedente. Da ciò si evince che un buon Project Manager debba possedere una comprovata conoscenza tecnica-strutturale che permetta di studiare il progetto, identificare eventuali problemi e se necessario intervenire per tempo trovando soluzioni progettuali consone allo scopo; debba possedere competenze relazionali in modo da riuscire ad interfacciarsi efficacemente con i vari personaggi (locatori, committenza, progettisti, consulenti); debba possedere una competenza gestionale tale che riesca ad allocare le risorse, ad avere una stima e un controllo dei tempi e ad avere una chiara visione e controllo dei costi che l'azienda dovrà sostenere.

BIBLIOGRAFIA

Riferimenti in letteratura

1. *Organizzare e gestire progetti. Competenze per il project management.* - Milano : Etas, 2005.
 2. *Tecniche di project management : pianificazione e controllo dei progetti / Rocco Amato, Roberto Chiappi.* - Milano : F. Angeli, 1996.
 3. *Il sistema organizzativo e le funzioni aziendali / Bianchi* – Torino: Giappichelli, 2007
 4. *Calcolo dei costi e decisioni aziendali / Aldo Spranzi.* - Milano : ETAS libri, 1993
 5. *L'impresa di costruzioni : contabilità e fisco/ Andrea Magnani.* - Napoli : Sistemi editoriali, 2005. –
 6. *Capitolato d'appalto per opere civili / Bassi* – Milano: Maggioli 2000
 7. *Codice degli appalti pubblici e privati/ Malinconico* – Milano:Sole24Ore, 2006
 8. *Codice dell'edilizia e dell'urbanistica/ Mantini* – Milano: Sole24Ore, 2006
 9. *Sistemi di pianificazione e controllo/ Anthony* - Milano : ETAS libri, 1993
 10. *La pianificazione e la programmazione delle risorse umane nelle organizzazioni di ingegneria e costruzioni / Di Castri* – Milano: Bocconi: 1999.
 11. *Project management : la gestione di progetti e programmi complessi / Russell D. Archibald.* - Milano : FrancoAngeli, 2004.
 12. *Project management : pianificazione, scheduling e controllo dei progetti / Harold Kerzner ; revisione tecnica dell'edizione italiana a cura di Lucio Bianco e Massimiliano Caramia.* - Milano : U. Hoepli, [2005].
 13. *Processi e progetti di sistemi informativi. Modelli organizzativi e tecnologici per l'innovazione / Biffi* – Milano: Etas: 2002
-

-
14. *Process Management e Reengineering. Scelte strategiche, logiche, strumenti realizzativi* / Biffi, Pecchiari – Milano: Egea, 1998.
 15. *Project Management in Progress. Aggiornamenti, approfondimenti, tendenze* / Caron, Corso, Guarella – Milano: Franco Angeli, 1997
 16. *Project Management- cultura e tecniche per la gestione efficace* / Graham- Milano: Guerini&Associati: 1990
 17. *Project Management. A Systems approach to planning, scheduling and controlling* / Kerzner – Ney York: 1995
 18. *Gower handbook of Project Management* / Lock – Gower Publishing, Aldershot: 1993.
 19. *Project Management with Cpm, Pert and Precedence Diagramming*/ Moder, Graybill – New York: Van Nostrand Reinhold, 1983.
 20. *Introduzione al Project Management. Che cos'è. Come si applica. Tecniche e metodologie* / Nepi – Milano: Guerini&Associati: 1997.
 21. *Le strutture organizzative d'impresa* / Perrone – Milano: Egea, 1990.
 22. *Guide to Project Management Body of Knowledge* / PMI 1996
 23. *La figura del direttore lavori e sue responsabilità* / Tresoldi Milano: 2002
 24. *Il progettista ed il project manager, chi viene prima* / Iperti- Milano 2007
 25. *The modern project manager* / Chen, 1997
 26. *Qualche riflessione sul processo di progettazione delle costruzioni* /Gucci.

Riferimenti nel Web

14. www.pmi.org
 15. www.pmforum.it
 16. www.cogei.it
 17. www.progettocmr.com
 18. www.polisfondi.it
 19. www.saint-gobain.it
-